



GASUM OY:N KOHTEIDEN YLI- JÄNNITESUOJAUS

Tuomas Majander

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2013
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto

TUOMAS MAJANDER:
Gasum Oy:n kohteiden ylijännitesuojaus

Opinnäytetyö 82 sivua
Huhtikuu 2013

Ukkosvauriot ovat aiheuttaneet ylimääräisiä kustannuksia luonnonkaasuyhtiö Gasum Oy:lle kaasuputken rakentamisesta asti. Suojausta on yritetty parantaa vuosien varrella monin keinoin, minkä seurauksena konsernin kohteissa on asennettuna hyvin erilaisia suojia. Koska ukkosvauriot kuormittavat kunnossapitoa ja aiheuttavat kustannuksia, päätettiin selvittää ylijännitesuojauksen uudistamisen tarpeellisuus ja taloudellinen kannattavuus.

Tutkimus aloitettiin selvittämällä kunnossapitojärjestelmästä kaikki huolto- ja vikareportit, joissa vian syyksi on ilmoitettu ukkosvaurio. Tiedot taulukoitiin, ja niiden perusteella käytiin vikaherkimmillä asemilla perehtymässä asemien suojauksen tasoon.

Tutkimuksien yhteydessä löydettiin asemia, joilla ilmenee toistuvia vikoja ja puutteita ukkos- sekä ylijännitesuojauksen tasossa. Suojauksen uudistuksen tarpeellisuus arvioitiin ensin kohteittain, minkä jälkeen koottiin lista asemista, joiden suojaus tulisi uudistaa. Listan perusteella arvioitiin uudistamiseen liittyvät investointikustannukset ja uudistamisen seurauksena saavutettava taloudellinen hyöty. Näiden arvioiden pohjalta laadittiin kannattavuuslaskenta.

Kannattavuuslaskennan perusteella suojauksen uudistaminen arvioitiin taloudellisesti kannattavaksi. Näin ollen valittiin kohteisiin soveltuvat ukkos-, ylijännite- ja kojesuojat ja laadittiin alustava suunnitelma projektin etenemisestä.

Työn tästä versiosta on jätetty pois luottamuksellisia ja salassa pidettäviä asioita.

Asiasanat: ukkossuojaus, ylijännitesuojaus, sähköjärjestelmät, instrumentointi, antennijärjestelmät.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Electrical Engineering
Option of Electrical power engineering

TUOMAS MAJANDER:
The Surge Protection in Natural Gas Stations

Bachelor's thesis 82 pages
April 2013

Surge voltages are causing damage to the measuring instruments of natural gas group Gasum such as pressure indicators and gas detectors. It is critical that the natural gas pipeline and natural gas stations can be monitored constantly for safety reasons. On top of safety reasons there is a financial aspect: monitoring systems are expensive.

Measures have been taken in order to improve the level of the group's surge protection and thereby to improve the situation. Some of these measures have improved the situation while some have had almost no effect at all. This has also resulted in a situation where a large variety of surge devices have been installed, some of which are not even manufactured any more. It was decided to start a project the goal of which was to examine the need and financial viability of renewing the surge protection of the group's natural gas stations.

All the reports where the cause of damage was voltage surges were taken from the group's maintenance database. These reports were read and all the relevant information was tabulated. Based on the tabulated data the most fault-sensitive stations were visited in order to inspect the level of their surge protection.

After inspecting these stations, it was discovered that some of these stations lack proper surge protection and suffer from recurring damage caused by voltage surges. The need for improvement was evaluated station by station, after which a list of stations in need of improvement was made. The total costs of the needed investments and the financial benefits caused by improving the surge protection level were estimated and a cost-benefit calculation was made based upon these estimates.

The cost-benefit calculation turned out positive, therefore, suitable surge protection devices were selected and the initial plans concerning the further progression of the project were made.

Confidential data and information has been left out of this version of the thesis.

Key words: surge protection, electrical systems, instrumentation, antenna systems

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	TEORIA	9
2.1	Ylijännitteet	9
2.1.1	Transientit	9
2.1.2	Kaasuputkeen indusoituvat jännitteet	11
2.2	Suojakomponentit	11
2.2.1	Purkausdiodit	12
2.2.2	Varistorit	14
2.2.3	Kaasupurkausputket	15
2.2.4	Kipinävälit.....	16
2.3	Sisäinen ukkossuojaus	17
2.3.1	Potentiaalintasaus.....	17
2.3.2	Jännitesyötön ylijännitesuojaus.....	19
2.3.3	Mittaus-, ohjaus- ja säätöpiirien suojaus.....	22
2.3.4	Tietoliikenteen suojaus.....	22
2.3.5	Laitteiden suojaus.....	23
2.4	Ulkoinen suojaus.....	24
2.4.1	Salamanvangitsijat	26
2.4.2	Alastulojohtimet.....	26
2.4.3	Maadoituselektrodi.....	26
2.4.4	Antennit.....	27
2.5	LEMP –suojauskonsepti	27
2.6	Mastojen ja linkkiasemien suojaus	28
3	GASUM OY:N KOHTEET	29
3.1	Kaasuputkiverkosto	29
3.1.1	Katodinen suojaus	29
3.2	Paineenvähennysasema.....	31
3.3	Kaukovalvottu venttiiliasema	31
3.4	Gasum Oy:n yleisimmät laitteet	31
3.4.1	Ala-asemat.....	31
3.4.2	Barrierit	32
3.5	Gasum Oy:n yleisimmät ylijännitesuojat.....	32
3.5.1	Jännitteensyöttö.....	32
3.5.2	Signaalipiirit ja tietoliikenne	33
3.5.3	Katodisen suojauksen alaisten osien epäsuora maadoitus	33
4	TAMPEREEN HUOLTOALUE.....	35

4.1	Vikahistoria.....	35
4.2	Venttiiliasemat	36
4.2.1	Uittamo.....	38
4.2.2	Nokian lähtö ja Sarvikas	39
4.3	PV-asemat	39
4.3.1	Valkeakoski.....	41
4.3.2	Lielähti	42
4.4	Yhteenvedo Tampereen huoltoalueesta	43
5	HYVINKÄÄN HUOLTOALUE	44
5.1	Vikahistoria.....	44
5.2	Venttiiliasemat	45
5.2.1	Hämeenlinna	47
5.2.2	Martinkylä.....	48
5.2.3	Vesterkulla	48
5.3	PV-asemat	49
5.3.1	Ahjo, Alikerava, Hakunila ja Kirkniemi	51
5.3.2	Lasi.....	51
5.3.3	Mäntsälä	51
5.4	Yhteenvedo Hyvinkään huoltoalueesta	52
6	KOUVOLAN HUOLTOALUE	53
6.1	Vikahistoria.....	53
6.2	Venttiiliasemat	54
6.2.1	Hirvikallio ja Pajari	56
6.3	PV-asemat	57
6.4	Yhteenvedo Kouvolan suojauksesta	59
7	IMATRAN HUOLTOALUE	61
7.1	Vikahistoria.....	61
7.2	Venttiiliasemat	62
7.2.1	Raja	63
7.2.2	Saimaan kanava.....	63
7.2.3	Törölä	64
7.3	PV-asemat	64
7.3.1	Kaukopää ja Ruokolahti	65
7.3.2	Kaukas, Mustola, Tirilä ja Suolahti	66
7.4	Yhteenvedo Imatran huoltoalueesta	66
8	KOMPRESSORIASEMAT.....	68
8.1	Räikkölän kompressoriasema	68
8.1.1	Vikahistoria.....	68
8.1.2	Paloilmaisinjärjestelmä	69

8.2 Kiehuvan kompressoriasema	69
8.2.1 Vikahistoria	69
8.3 Mäntsälän kompressoriasema	71
9 YHTEENVETO SUOJAUKSEN KUNNOSTA	73
9.1 Yhteenveto venttiiliasemien suojauksen tasosta	74
9.2 Yhteenveto PV-asemien suojauksen tasosta	75
9.3 Taloudellinen tarkastelu	76
10 YLIJÄNNITESUOJIEN VALINTA	78
10.1 Signaalipiirien suojat	78
10.1.1 Analogiasignaalit	78
10.1.2 Digitaalisignaalit	79
10.2 Asemien välisten tietoliikenneyhteyksien suojat	79
10.3 Jännitteensyötön suojat	79
10.4 Kaasuputken epäsuora maadoitus	80
10.5 Koaksiaalikaapeli suojaus	80
11 YLIJÄNNITESUOJAUKSEN TOTEUTUS	81
11.1 Esivalmistelut	81
11.2 Asennukset	81
11.3 Seuranta	81
LÄHTEET	82

LYHENTEET JA TERMIT

LEMP	Lightning electromagnetic pulse
LPZ	Lightning protection zone
MSO	Mittaus-, säätö- ja ohjaus
SEMP	Switch electromagnetic pulse

1 JOHDANTO

Gasum Oy:n kohteita on vaivannut ylijännitteiden aiheuttamat ongelmat kaasuputken rakentamisesta asti. Valvontaan käytetty laitteisto on monimutkaistunut vuosien varrella ja laitteiston suojausta on yritetty parantaa monenlaisin keinoin.

Kohteet ovat eri aikakausilta ja sisältävät hyvin erilaisia ylijännitesuojusratkaisuja. Joitakin yhtiössä käytettyjä suojia ja niiden varaosia ei enää valmisteta. Suurimmassa osassa suojia ei myöskään ole minkäänlaista indikointia niiden toimintakunnosta.

Ylijännitteet vahingoittavat yleensä kaasunvalvonnan kannalta kriittisiä laitteita, kuten painelähettimiä, venttiilien kauko-ohjausjärjestelmiä, kaasuilmaisinjärjestelmiä, kaasunkulutusta valvovia laitteita ja muita asemien toiminnan kannalta kriittisiä automaatiojärjestelmiä. Gasum Oy:n tulee viranomaismääräysten mukaan pystyä jatkuvasti valvomaan kaasuputkiverkoston tilaa, joten laitteiston toimintakyvyn ylläpito on erittäin tärkeää.

Tämänhetkinen tilanne aiheuttaa yhtiön kunnossapidolle paljon ylimääräisiä töitä ja siten lisää konsernin kustannuksia. Tämän työn tavoitteena on tutkia ukkosvaurioiden esiintyvyyttä, niiden aiheuttamia taloudellisia kustannuksia ja siten suunnitella taloudellisesti kannattavia toimenpiteitä tilanteen parantamiseksi.

Työssä kuvataan lisäksi ylijännite- ja ukkossuojauksen yleiset periaatteet.

2 TEORIA

2.1 Ylijännitteet

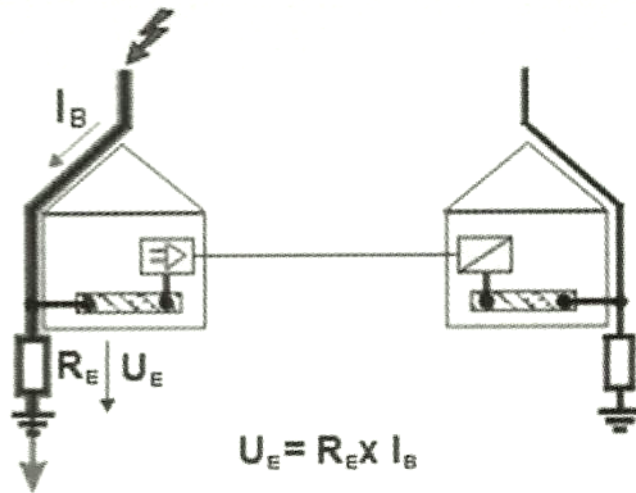
Ylijännitteet voidaan jakaa pitkäaikaisiin ja lyhytaikaisiin ylijännitteisiin. Pitkäaikaisien ylijännitteiden jännitetaso on yleensä matala, mutta kuitenkin eristysrakenteen referenssiarvoa suurempi. Lyhytaikaisien ylijännitteiden kesto on sekunnin murto-osia ja jännitetasot voivat olla todella suuria. Lyhytaikaisia ylijännitteitä kutsutaan transienteiksi (Annanpalo ym. 2005, 117).

2.1.1 Transientit

Useimmin transientit aiheutuvat sähköverkossa tapahtuvissa kytkentätoimenpiteistä, kuten suurten sähkökoneiden kytkennöistä tai sähköverkon maa- ja oikosuluista. Kytkeätoimenpiteistä johtuvia ylijännitteitä kutsutaan kansainvälisesti lyhenteellä SEMP. Kytkeätoimenpiteet aiheuttavat järjestelmässä erittäin suuria virran muutoksia hyvin lyhyessä ajassa. Mikäli sähköverkossa on kytkettynä suuria induktiivisia kuormia, esiintyy verkossa erityisen suuria häiriöitä. Häiriöiden johdosta transientit kytkeytyvät myös muihin verkkoon kytkettyihin laitteisiin (Annanpalo ym. 2005, 118).

Salamien aiheuttamat ylijännitteet ovat energialtaan kytkentäylijännitteitä suurempia, mutta niitä esiintyy huomattavasti vähemmän. Suuri energia aiheuttaa kuitenkin huomattavasti enemmän tuhoa (Annanpalo ym. 2005, 119).

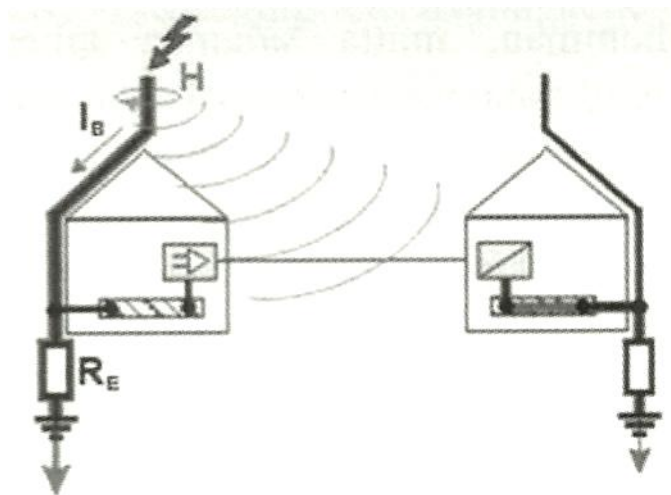
Salamavirran galvaaninen kytkeytyminen, joka on havainnollistettu kuviossa 1, voi aiheutua salamaniskusta syöttöjohtoon, rakennukseen tai sen lähimaastoon. Suora salamanisku maahan nostaa maapotentiaalia ja siten synnyttää takaperoisen ylijännitteen, jolloin maapotentiaali kasvaa vaihejännitettä suuremmaksi (Annanpalo ym. 2005, 119).



Kuvio 1. Ylijännitteiden galvaaninen kytkeytyminen (Annanpalo ym. 2005, 120).

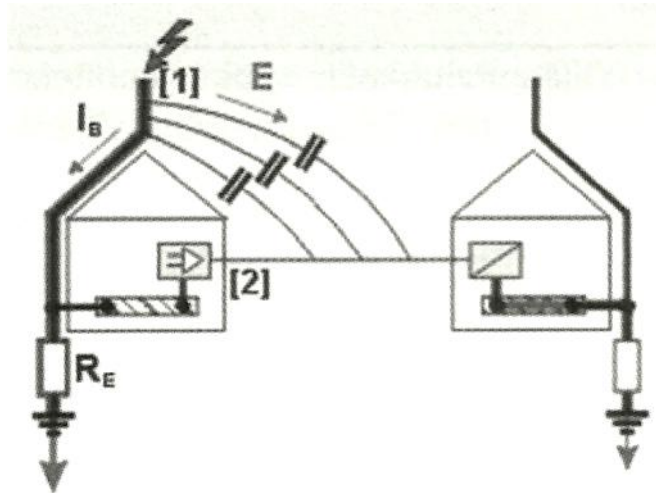
Salamavirralla on suuri amplitudi ja nousunopeus, joiden vuoksi salamavirta voi aiheuttaa induktiivisesti ja kapasitiivisesti kytkeytyviä transientteja galvaanisesti kytkeytyvien transienttien lisäksi (Annanpalo ym. 2005, 119).

Induktiivisesti kytkeytyvät transientit syntyvät salamavirran suuren nousunopeuden aiheuttaman voimakkaan magneettikentän indusoidessa lähellä oleviin johdinsilmukoihin ylijännitteen kuvion 2 mukaisesti. Indusoituneet transientit ovat erittäin haitallisia pienellä nimellisjännitteellä toimiville laitteille (Annanpalo ym. 2005, 120).



Kuvio 2. Ylijännitteen induktiivinen kytkeytyminen (Annanpalo ym. 2005, 120).

Ylijännite voi kytkeytyä myös johtimien välisen kapasitanssin kautta kuvion 3 mukaisesti. Kapasitiivinen kytkeytyminen johtuu sähkökentästä kahden suuren potentiaalieron omaavan pisteen välillä (Annanpalo ym. 2005, 120).



Kuvio 3. Ylijännitteen kapasitiivinen kytkeytyminen (Annanpalo ym. 2005, 121).

2.1.2 Kaasuputkeen indusoituvat jännitteet

Kaasuputki on erotettu maasta eristävällä päällysteellä putkessa käytettävän katodisen suojausvuoksi. Katodinen suojaus käsitellään tarkemmin kappaleessa 3.1.1. Kaasuputkeen kuitenkin indusoituu jännitteitä muuttuvien magneettikenttien vuoksi. Putkeen jännitteitä indusoivia magneettikenttiä syntyy suurjännitelinjoista, ukkosella sekä avaruussäätä (Lumme, J. 2012).

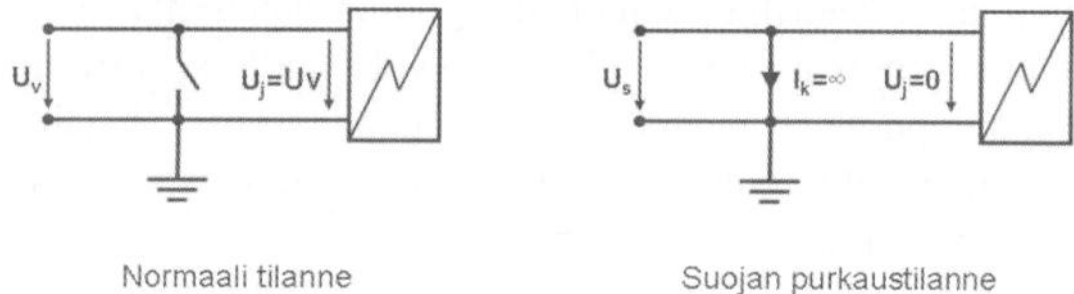
Avaruussäätövaikutuksia putkeen on tutkittu ja putken varrella on mittauspisteitä. Avaruussäätö on todettu pystyvän indusoimaan kaasuputkeen jopa 60 A virtoja (Lumme, J. 2012).

Ylijännite voi edetä kaasuputkessa useita kilometrejä ja rikkoa laitteita pitkältä matkalta. Ongelmapaikoilla on kaasuputki kytketty maahan vastuksien kautta, jotta ylijännitteet voidaan hallitusti purkaa vaikuttamatta putken katodiseen suojaukseen (Lumme, J. 2012).

2.2 Suojakomponentit

Ideaalinen ylijännitesuoja toimii kuvion 4 mukaisesti sulkeutuvana koskettimena. Suojan havahtuessa järjestelmään saapuvaan transienttijännitteeseen U_s , joka ylittää suojan mitoitusjännitteen U_v , kosketin sulkeutuu. Suoja pyrkii johtamaan koskettimen kautta mahdollisimman suuren purkausvirran i_k . Ylijännitesuojan ylimenoimpedanssi olisi ide-

aalitapauksessa nolla, joten suojan yli oleva ns. jännösjännite U_j olisi myös nolla. Transientin purkauduttua palautuisi kosketin normaaliin asentoon (Annanpalo ym. 2005, 126).

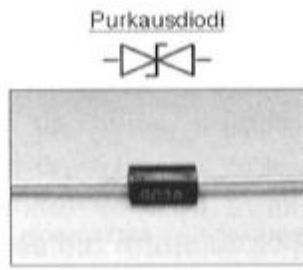


Kuvio 4. Ylijännitesuojan toimintaperiaate (Annanpalo ym. 2005, 126).

Koska ideaalisia suojakomponentteja ei ole olemassa, käytetään erilaisia komponentteja, joilla on sekä hyviä että huonoja puolia suojauksen kannalta. Suojakomponentteja esitellään seuraavissa luvuissa. Yhdistelemällä erilaisia suojakomponentteja voidaan niiden hyvät ominaisuudet yhdistää ja saavutetaan riittävän tehokas suojaus. Kytcentäyhdistelmien komponentit erotetaan toisistaan joko induktiivisesti tai resistiivisesti, jolloin saavutetaan viivästetty reagointi ja siten suojien välinen selektiivisyys (Annanpalo ym. 2005, 126; Phoenix Contact, 2013).

2.2.1 Purkausdiodit

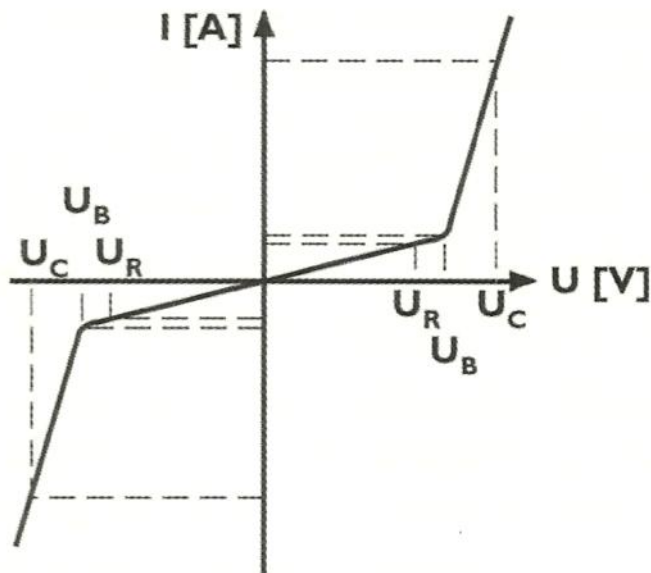
Purkausdiodeja käytetään hienosuojauksessa, sillä ne reagoivat nopeasti ylijännitteisiin. Purkausdiodi soveltuukin herkkien elektronisten piirien suojaukseen nopean toimintansa ja hyvän jännitteenrajoituksensa ansiosta. Purkausdiodi ei sovellu suuritaajuuksisten piirien suojaksi, sillä se aiheuttaa jonkin verran vaimennusta. Kuvassa 1 on purkausdiodin piirrosmerkki ja kuva komponentista (Annanpalo ym. 2005, 134; Phoenix Contact, 2013).



Kuva 1. Purkausdiodin kuva ja piirrosmerkki (Annanpalo ym. 2005, 128).

On myös olemassa purkausdiodeja, joiden nimellisjännite on korkeampi ja purkauskapasiteetti suurempi, kuin tavallisten hienosuojaukseen tarkoitettujen purkausdiodien. Tällaisia malleja ei kuitenkaan juuri käytetä yhdistetyissä suojakytkennöissä (Phoenix Contact, 2013).

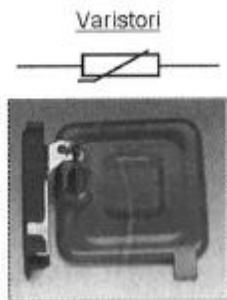
Kuviossa 5 on purkausdiodin jännitteen ja virran välisen riippuvuuden ominaiskäyrä. Kuten purkausdiodin piirrosmerkistä voidaan havaita, on komponentissa kaksi vastakkain asetettua diodia. Piirin jännitteen ylittäessä jännitteen U_B , alkaa diodi johtamaan estosuuntaan. Diodi kykenee purkamaan ylijännitteitä nimellisjännitteeseensä U_C asti. Tätä suuremmat jännitteet voivat rikkoa diodin (Conray, V. 2010, 287).



Kuvio 5. Purkausdiodin U/I ominaiskäyrä (Annanpalo ym. 2005, 134).

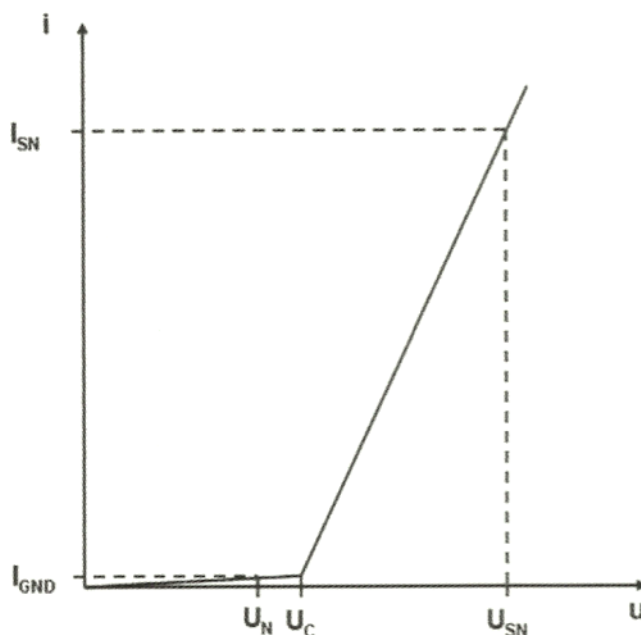
2.2.2 Varistorit

Varistori, jonka kuva ja piirrosmerkki ovat kuvassa 2, on jännitteen funktiona muuttuva vastus. Varistori on ylijännitesuojauksessa yleisimmin käytetty komponentti, ja sen haautumisaika on suhteellisen lyhyt. Ylijännitesuojauksessa varistoreja käytetään mittaus-, säätö ja ohjauspiirien suojauksessa sekä jännitteensyötön keskisuojuksessa (Annanpalo ym. 2005, 131; Phoenix Contact, 2013).



Kuva 2. Varistorin kuva ja piirrosmerkki (Annanpalo ym. 2005, 128).

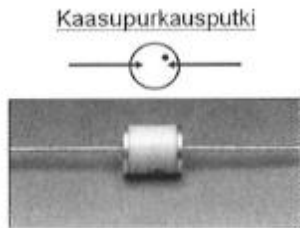
Varistorin nimellisjännitteellä U_N sen läpi kulkee vain pieni vuotovirta I_{GND} , mutta jännitteen noustessa nimellisjännitettä suuremmaksi nousee vuotovirta jyrkästi, kuten kuvio 6 voi havaita. Samalla varistori rajoittaa jännitteen nousua. Jännitteen palaututtua normaaliksi laskee myös varistorin läpi kulkeva virta normaaliin tasoonsa. Vuotovirran vuoksi varistori voi vääristää mittauspiirien mittaustuloksia (Annanpalo ym. 2005, 131).



Kuvio 6. Varistorin ominaiskäyrä (Annanpalo ym. 2005, 131).

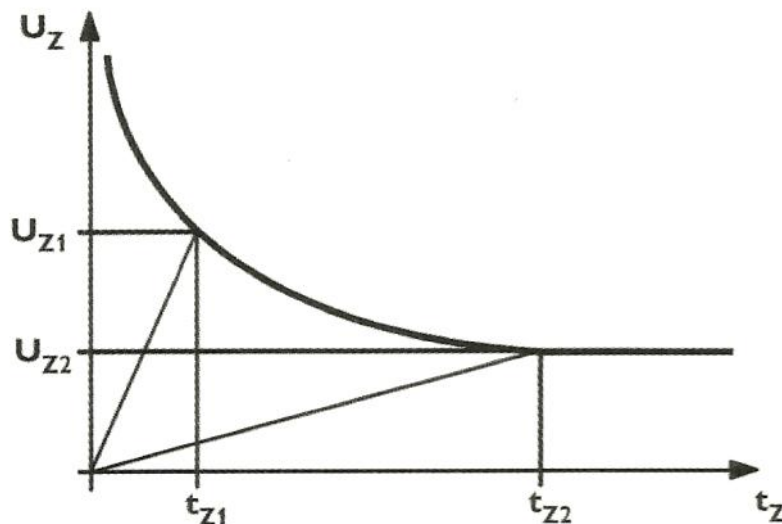
2.2.3 Kaasupurkausputket

Kaasupurkausputki, jonka piirrosmerkki ja kuva löytyvät kuvasta 3, on jalokaasutäytteenen ylijännitesuoja. Kaasupurkausputkea käytetään ns. karkeana suojana erittäin suuren purkauskäykensä ja hitaan toimintansa vuoksi (Annanpalo ym. 2005, 133).



Kuva 3. Kaasupurkausputken kuva ja piirrosmerkki (Annanpalo ym. 2005, 128).

Kaasupurkausputken toiminta riippuu jännitteen nousunopeudesta: Mitä suurempi on jännitetransientin nousunopeus, sitä suurempi on syttymisjännite U_Z ja sitä pienempi on toiminta-aika t_Z . Kaasupurkausputken toimintakäyrä on esitetty kuviossa 7 (Conray, V, 2010, 285).

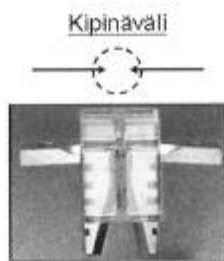


Kuvio 7. Kaasupurkausputken toimintakäyrä (Annanpalo ym. 2005, 133).

Kaasupurkausputki toimii hyvin erittäin häiriöherkissä piireissä, kuten antenniliitännöissä, sillä kaasupurkausputkea voidaan käyttää jopa useiden GHz:n taajuuksisissa piireissä (Annanpalo ym. 2005, 133).

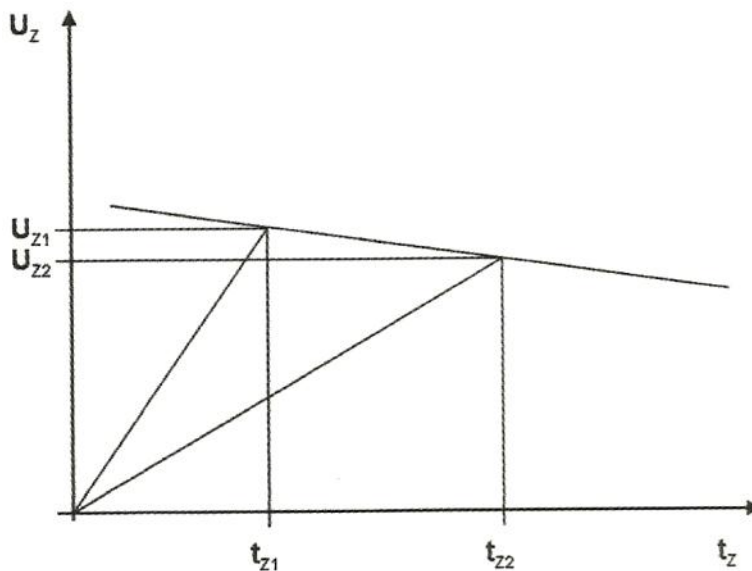
2.2.4 Kipinävälit

Kipinävälit ovat ukkospurkaussuojauksen keskeisin komponentti. Kipinävälissä on kaksi elektrodia vastakkain lyhyellä etäisyydellä toisistaan. Ylijännitteet aiheuttavat elektrodien välillä ylilyönnin, jonka seurauksena syntyy valokaari, joka oikosulkee ylijännitteet. Kuvassa 4 on kipinävälin piirrosmerkki ja kuva komponentista (Phoenix Contact, 2013).



Kuva 4. Kipinävälin kuva ja piirrosmerkki (Annanpalo ym. 2005, 128).

Kipinävälejä on avoimia ja suljettuja. Avoimien kipinävälien purkaus- ja katkaisukyky on fyysisistä syistä suljettuja komponentteja parempi. Avoimen kipinävälin läheisyydessä ei saa olla paljaita johtimia, sillä plasmapurkaus ionisoi läheisen ilman ja voi siten aiheuttaa oikosulun johtimien välillä. Avoimen kipinävälin voi kuitenkin sijoittaa erilliseen koteloon, jonka kannen kiinnityksessä käytetään jousitettuja ruuveja. Kuviossa 8 on esitetty kipinävälin toimintakäyrä. Toiminnaltaan kipinäväli on lähellä kaasupurkausputkea: mitä nopeampi on jännitteen nousunopeus, sen nopeammin kipinäväli toimii (Annanpalo ym. 2005, 128; Phoenix Contact, 2013).



Kuvio 8. Kipinävälin toimintakäyrä (Annanpalo ym. 2005, 129).

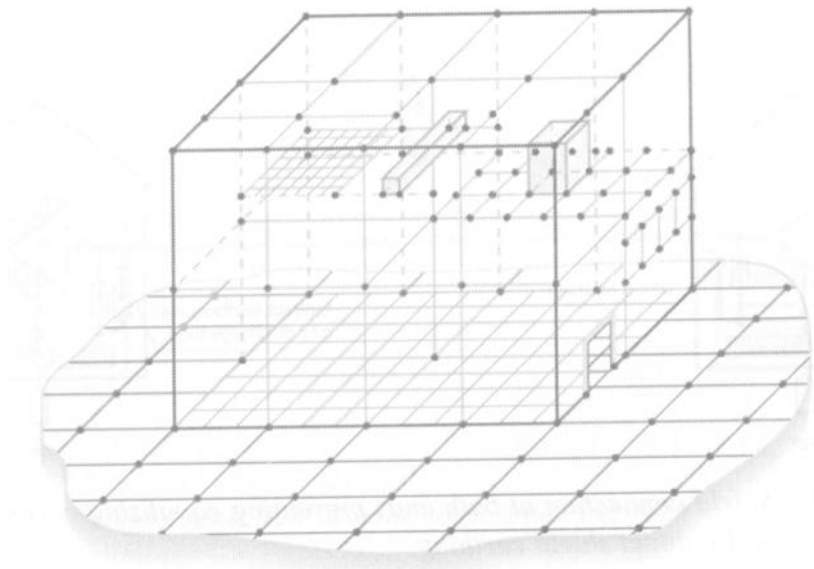
2.3 Sisäinen ukkossuojaus

Sisäisen ukkossuojauksen tarkoituksena on estää vaarallista kipinäointiä rakennuksen sisällä potentiaalintasauksen ja turvavälien avulla (Conray, V. 2010, 362).

2.3.1 Potentialintasaus

Potentiaalintasauksen tarkoituksena on estää vaarallisen potentiaalierojen syntyä laitteiden ja asennusten välillä sekä heikentää salamaniskusta aiheutuvaa magneettikenttää (Dehn + Söhne. 2007, 164).

Johtimessa on aina induktanssia, jonka vuoksi pitkien potentiaalintasausjohtimien käyttöä tulisi välttää. Yksi metri kuparijohdinta vastaa noin 1 μH induktanssia. Tämä induktanssi häiritsee ylijännitesuojien toimintaa ja tulee ottaa huomioon suunniteltaessa kohteiden potentiaalintasautusta. Induktanssin vaikutusta voidaan vähentää yhdistämällä rakennuksen kaikki metalliset osat, kuten kaikki putket ja kattilat, betoniraudotteet, metalliset ovet, kaapelihyllyt yms., potentiaalintasaukseen. Tavoitteena olisi saada aikaan kuvion 9 mukainen kolmiulotteinen potentiaalintasausverkosto, joka muodostuu rakennuksen metalliosista ja potentiaalintasauskiskoista (Conray, V. 2010, 165).



Kuvio 9. Potentialintasausverkosto (Conray, V. 2010, 372).

Katodisen suojauksen alaiset metalliosat tulee yhdistää potentialintasaukseen epäsuorasti kipinävälien kautta (Conray, V. 2010, 164).

Alla olevassa taulukossa 1 on standardin IEC 62305-3 mukaiset pienimmät sallitut poikkipinta-alat potentialintasauskiskosten välisille ja potentialintasauskiskojen ja maadoituselektrodin välisille johtimille.

Taulukko 1. Standardin mukaiset potentialintasausjohtimien pinta-alat.

Materiaali	Poikkipinta-ala [mm ²]
Kupari	14
Alumiini	22
Teräs	50

Taulukossa 2 on esitetty standardin IEC 62305-3 mukaiset pienimmät sallitut metalliosien ja potentialintasauskiskon välisten johtimien poikkipinta-alat eri johdinmateriaaleilla.

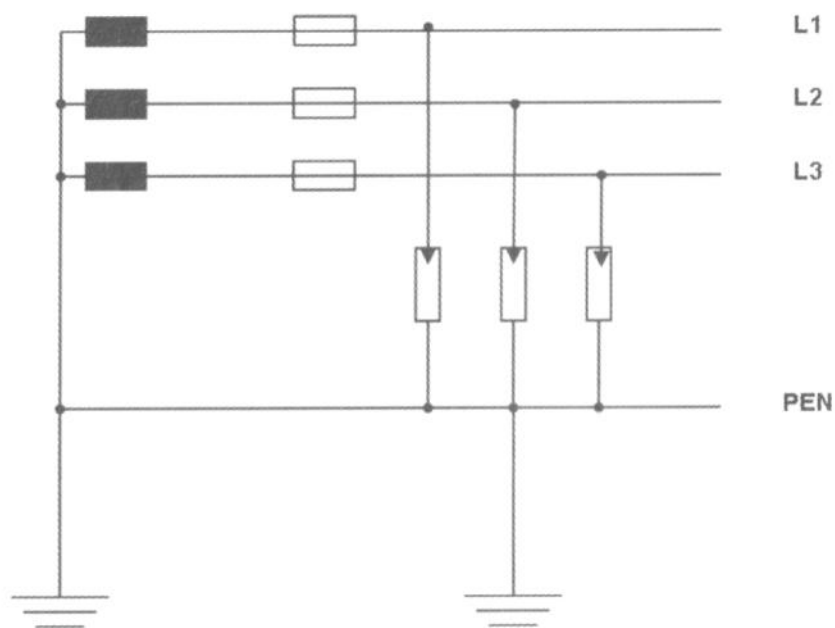
Taulukko 2. Standardin mukaiset potentiaalintasausjohtimien pinta-alat.

Materiaali	Poikkipinta-ala [mm ²]
Kupari	5
Alumiini	8
Teräs	16

Lisäksi olisi hyvä pyrkiä minimoimaan rakennuksen sisäiset induktiosilmukat: kaapeli- ja metalliputkien sisääntulojen olisi hyvä olla samassa paikassa ja rakennuksen sisäisten kaapelivetojen tulisi olla mahdollisimman suoria (Conray, V. 2010, 365).

2.3.2 Jännitesyötön ylijännitesuojaus

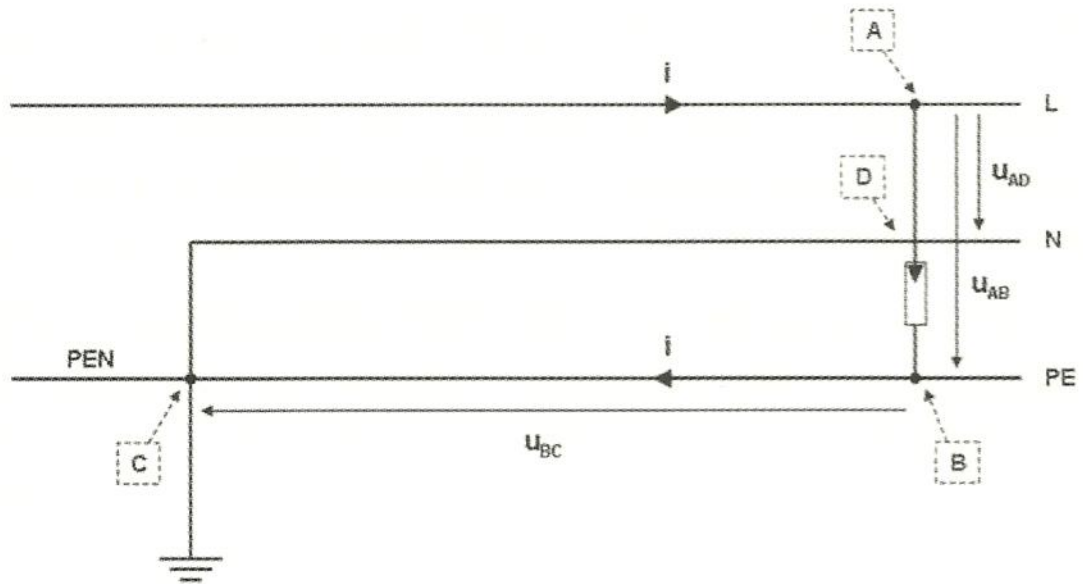
Jännitesyötön suojaustapa riippuu käytetystä järjestelmästä. Suojaus on erilainen TN-C ja TN-S järjestelmille. TN-C järjestelmässä tulee suojat kytkeä vaihejohtimien ja PEN-johtimen välille kuvion 10 mukaisesti (Annanpalo ym. 2005, 136).



Kuvio 10. Ylijännitesuojaus TN-C järjestelmässä (Annanpalo ym. 2005, 137).

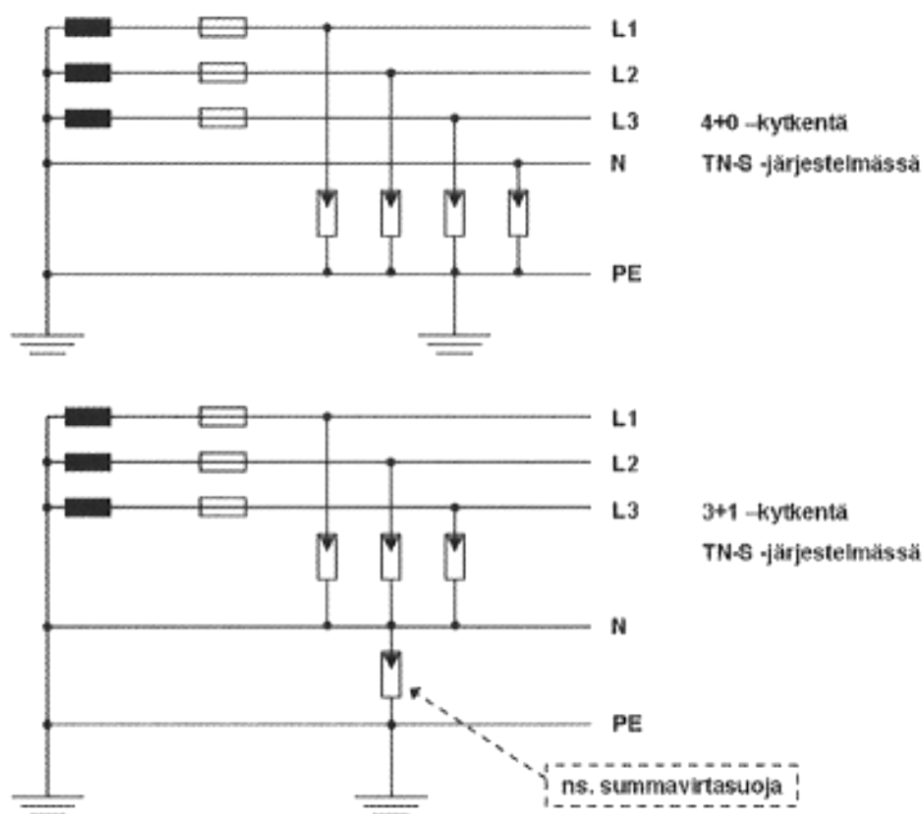
TN-S järjestelmässä tulee myös nollajohdin suojata. Jos nollajohdinta ei suojata vaikuttaa vaihe- ja nollajohtimen välillä hetkellisesti 230 voltin nimellisjännitteellä toimivien laitteiden syöksyjännitekestoisuuden moninkertaisesti ylittävä jännite, joka rikkoo laitteet. Kuviossa 11 on kuvattuna kyseisen jännitteen synty: Ylijännitesuoja purkaa nimel-

lispurkausvirtansa suuruisen virran suojajohtimeen. Purkausvirta etenee pisteestä B pisteeseen C, joka on samassa potentiaalissa nollajohtimen kanssa. Tämän vuoksi nolla- ja vaihejohtimen välissä vaikuttaa hetkellisesti jännite U_{AD} (Annanpalo ym. 2005, 139).



Kuvio 11. Purkausvirran aiheuttama ylijännite TN-S verkon nollajohtimessa (Annanpalo ym. 2005, 139).

TN-S järjestelmän suojauksen voi tehdä joko ns. 4+0 kytkennällä tai 3+1 kytkennällä. Kuviossa 12 on esitettyä molemmat kaksi tapaa kytkeä TN-S järjestelmän ylijännitesuojaus (Annanpalo ym. 2005, 138).



Kuvio 12. Ylijännitesuojien kytkeminen TN-S järjestelmään (Annanpalo ym. 2005, 138).

Sähköverkon suojat jaotellaan kolmeen luokkaan: ukkospurkaussuojat, ylijännitesuojat ja kojesuojat. Ukkospurkaussuojat ovat ns. karkeita suojia, ylijännitesuojat keskisuoja ja kojesuojat hienosuoja. Taulukossa 3 on suojien luokitukset ja niiden standardien mukaiset merkinnät (Annanpalo ym. 2005, 142).

Taulukko 3. Suojalaitteiden luokitukset ja merkinnät (Annanpalo ym. 2005, 142).

	Ukkospurkaussuojat	Ylijännitesuojat	Kojesuojat
IEC	class I	class II	class III
VDE	B	C	D
EN	type 1	type 2	type 3
Merkintä	T1	T2	T3

Ukkospurkaussuojat sijoitetaan pääkeskukseen, toinen porras ryhmäkeskukseen ja kojesuojat suojattavan kohteen läheisyyteen. Ukkospurkaussuojat ja ylijännitesuojat voi myös asentaa molemmat pääkeskukseen. Suojien välinen selektiivisyys saavutetaan induktanssilla (Annanpalo ym. 2005, 142).

On olemassa suojia, joissa on yhdistettynä ukkospurkaus- ja ylijännitesuojaus ja niiden välillä on selektiivisyyden saavuttamiseksi induktanssi (Phoenix Contact, 2013).

Ylijännitteiden tullessa sähköverkon puolelta rajoittuvat ne jo pääkeskuksessa. Maapotentiaalin nousun seurauksena tulevilta ylijännitteiltä suojautuminen edellyttää kaikkien niiden keskuksien suojausta, jotka on maadoitettu suoraan pääpotentiaalintasauskiskoon (Annanpalo ym. 2005, 144).

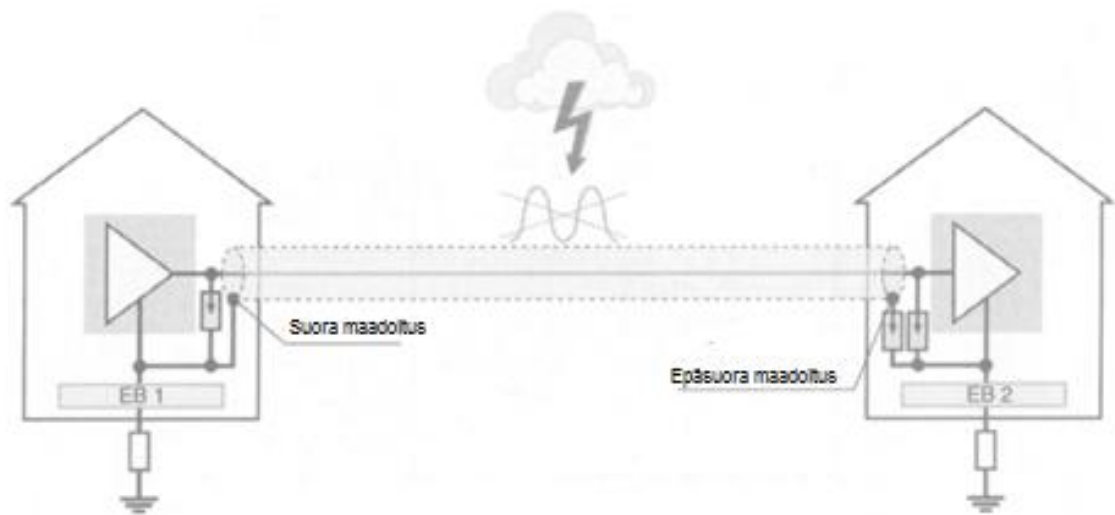
2.3.3 Mittaus-, ohjaus- ja säätöpiirien suojaus

Koska mittaus-, ohjaus- ja säätöpiireissä on yleisesti pitkiä johdotuksia, kärsivät ne helposti indusoituvista ylijännitteistä. Indusoituvat ylijännitteet voivat rikkoa prosessin kannalta tärkeitä laitteita ja siten haitata prosessin ohjausta tai valvontaa (Dehn + Söhne. 2007, 214).

Signaalipiirien suojat valitaan tapauskohtaisesti ja suojan valintaan vaikuttavat seuraavat seikat: signaalin laatu (analogia- vai binäärisignaali), syöksyjännitekestoisuus, suurin jatkuva käyttöjännite, kuormitusvirta, vaadittava purkauskkyky, tiedonsiirtoprotokolla, signaalijohdinten lukumäärä, signaaliliitântätekniikka, käyttötaajuus ja suojan vaimennus sekä väylävastus (Annanpalo ym. 2005, 146).

2.3.4 Tietoliikenteen suojaus

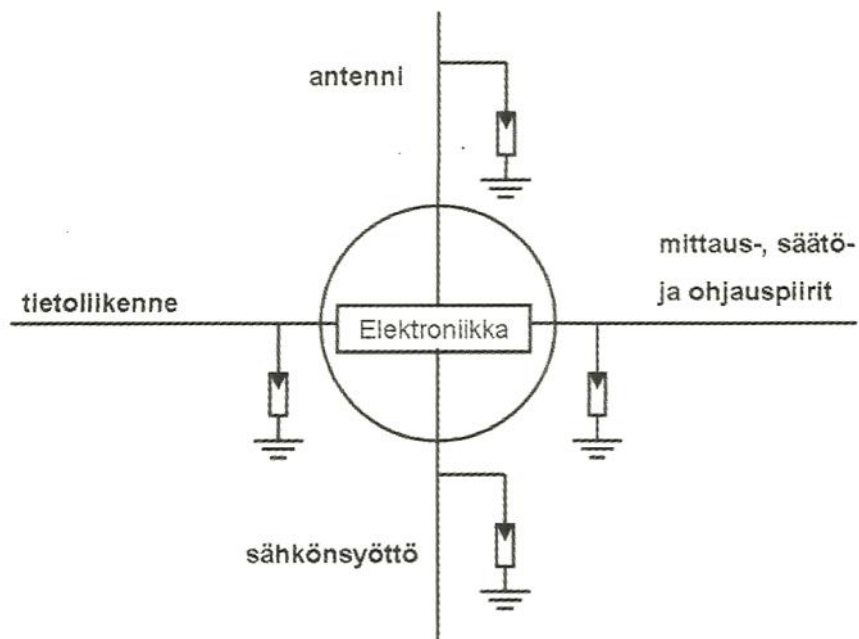
Tietoliikennekaapelien suojavaipat maadoitetaan yleensä vain toisessa päässä potentiaalierojen vuoksi. Tällainen asennustapa ei suojaa indusoituvilta ylijännitteiltä, joten tapauksessa olisi hyvä maadoittaa suojavaippa toisessa rakennuksessa epäsuorasti kaasupurkausputken kautta kuvion 13 mukaisesti. Näin saadaan aikaan tilanne, jossa kaapelin vaippa maadoittuu ylijännitteen ilmetessä molemmissa päissä ja suojavaippaan indusoitunut ylijännite saadaan purettua (Conray, V. 2010, 371).



Kuvio 13. Kaapelin suojavaipan epäsuora maadoittaminen (Conray, V. 2010, 371, muokattu).

2.3.5 Laitteiden suojaus

Erityisen herkkiä ovat laitteet, joissa yhdistyy tietoliikenne, signaalipiirit ja jännitesyöttö. Tällaiset laitteet tulisi suojata kokonaisvaltaisesti suojaamalla kaikki laitteet liitännät, kuten kuviossa 14 on esitetty (Annanpalo ym. 2005, 117).



Kuvio 14. Laitteiden ylijännitesuojaus (Annanpalo ym. 2005, 115).

2.4 Ulkoinen suojaus

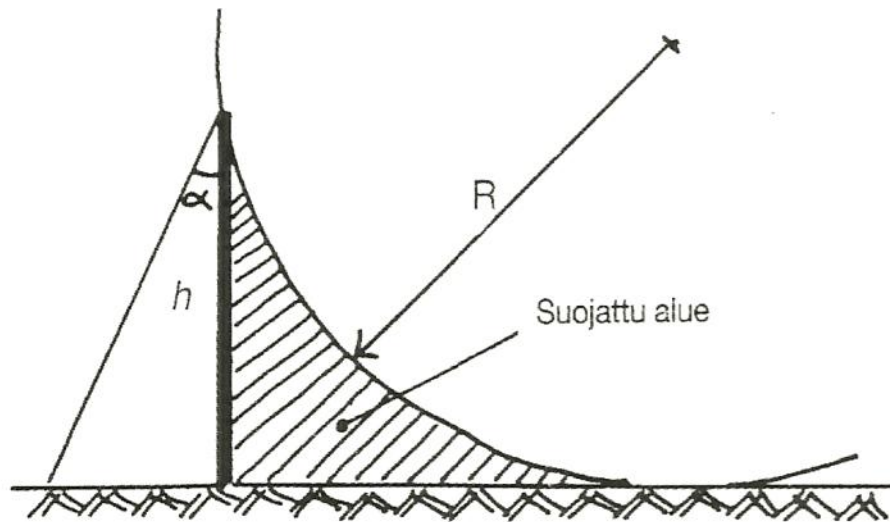
Ulkoisen ukkossuojauksen tarkoituksena on suojata rakennusta suorilta salamaniskuilta ja niiden aiheuttamilta vahingoilta. Ulkoinen ukkossuojaus käsittää kaikki rakennuksen ulkopuoliset asennukset ja tarvikkeet, jotka sieppaavat salamaniskun ja johtavat salamavirran maadoitusjärjestelmään (Annanpalo ym. 2005, 83).

Salamasuojauksen suunnittelussa kattojohtimilla ja muilla valituilla salamanvangitsijoilla muodostetaan suojattavaan kohteeseen salamaniskuilta suojattu alue. Tavoitteena on, että salamanisku osuu salamanvangitsijaan, eikä suojattavaan kohteeseen (Annanpalo ym. 2005, 84).

Salamasuojauksen suunnitteluun on erilaisia menetelmiä, joista pallomenetelmä on saavuttanut viime vuosina kansainvälistä suosiota. Menetelmä soveltuu hyvin esimerkiksi monimutkaisille rakennuksille (Annanpalo ym. 2005, 86).

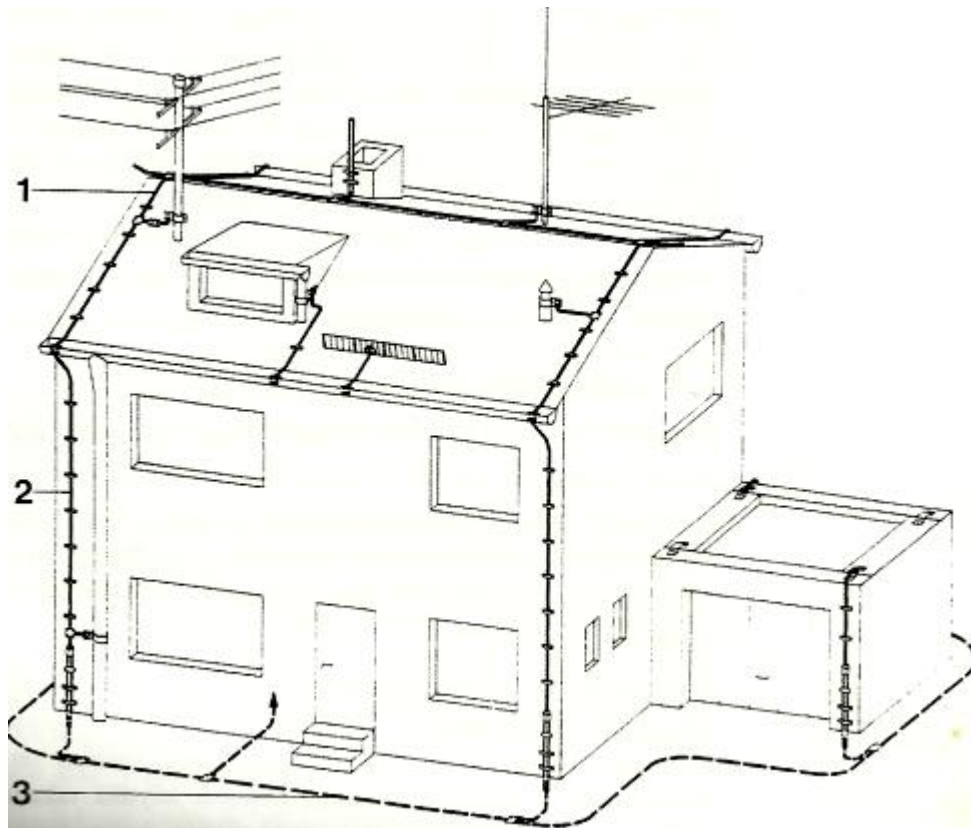
Menetelmässä valitaan halutun kokoinen pallo, jonka säde riippuu halutusta suojausluokasta, ja jäljitellään sillä maata lähestyvää salamapurkausta. Kohdissa, joissa pallo koskettaa rakennusta, ei salamasuojaus ole täydellinen. Lisäksi, jos pallo ei kosketa salamanvangitsijaa, on se tarpeeton (Annanpalo ym. 2005, 86).

Toinen käytössä oleva menetelmä on suojauskulmamenetelmä, jossa muodostetaan salamanvangitsijasta alaspäin piirrettävällä kolmiolla, jonka kärjen kulma α määritellään halutun suojausluokan mukaan, suojattu alue. Kuviossa 15 on havaintokuva pallo- ja suojaikulmamenetelmästä (Annanpalo ym. 2005, 63).



Kuvio 15. Esimerkki pallo- ja suojakulmamenetelmästä (Annanpalo ym. 2005, 63).

Salamasuojaus toteutetaan salamanvangitsijoilla, alastulojohtimilla ja maadoituselektrodilla. Kuviossa 16 on kuvattuna ulkoisen suojauksen keskeiset komponentit: 1 = salamanvangitsijat, 2 = alastulojohtimet ja 3 = maadoituselektrodi.



Kuvio 16. Ulkoisen ukkossuojauksen keskeiset osat (Annanpalo ym. 2005, 84).

2.4.1 Salamanvangitsijat

Salamanvangitsijoiden tarkoitus on ottaa salamanisku vastaan. Salamanvangitsijoiden oikeanlainen sijoittelu vähentää salaman vahinkomahdollisuuksia kohteessa (Annanpalo ym. 2005, 87).

Salamanvangitsijoita voivat olla esimerkiksi sieppaustangot, kattojohtimista tehty verkko, ukkosköydet ja antennimastot. Salamanvangitsijoita yhdistämään käytetään kattojohtimia (Annanpalo ym. 2005, 87).

2.4.2 Alastulojohtimet

Alastulojohtimien tarkoitus on siirtää salamavirta lyhintä mahdollista reittiä salamanvangitsijoista maadoitusjärjestelmään. Alastulojohtimissa ei saisi olla jyrkkiä mutkia, ja ne olisi hyvä sijoittaa mahdollisimman tasaisesti rakennuksen nurkkiin tai nurkkien läheisyyteen (Annanpalo ym. 2005, 87).

2.4.3 Maadoituselektrodi

Maadoitus muodostaa ulkoisen ukkossuojauksen kolmannen osan. Maadoituksen tarkoituksena on johtaa ja hajaannuttaa salamavirta maahan aiheuttamatta samalla vaaraa ihmisille tai asennetuille laitteille. Tavoitteena on saavuttaa alle 10 Ω maadoitusvastus (Conray, V. 2010, 330).

Suosittelavin maadoituselektrodi on perustusmaadoitus. Perustusmaadoitus on tosin mahdollinen vain, jos siihen on varauduttu uudisrakennusta tehdessä. Mikäli perustusmaadoitus ei ole mahdollinen, on seuraavaksi paras vaihtoehto rengaselektrodi. Rengaselektrodi on suojattavaa rakennusta kiertävä suljettu rengasmaadoitus, jota voidaan täydentää pysty- ja säteittäiselektrodeilla (Annanpalo ym. 2005, 100).

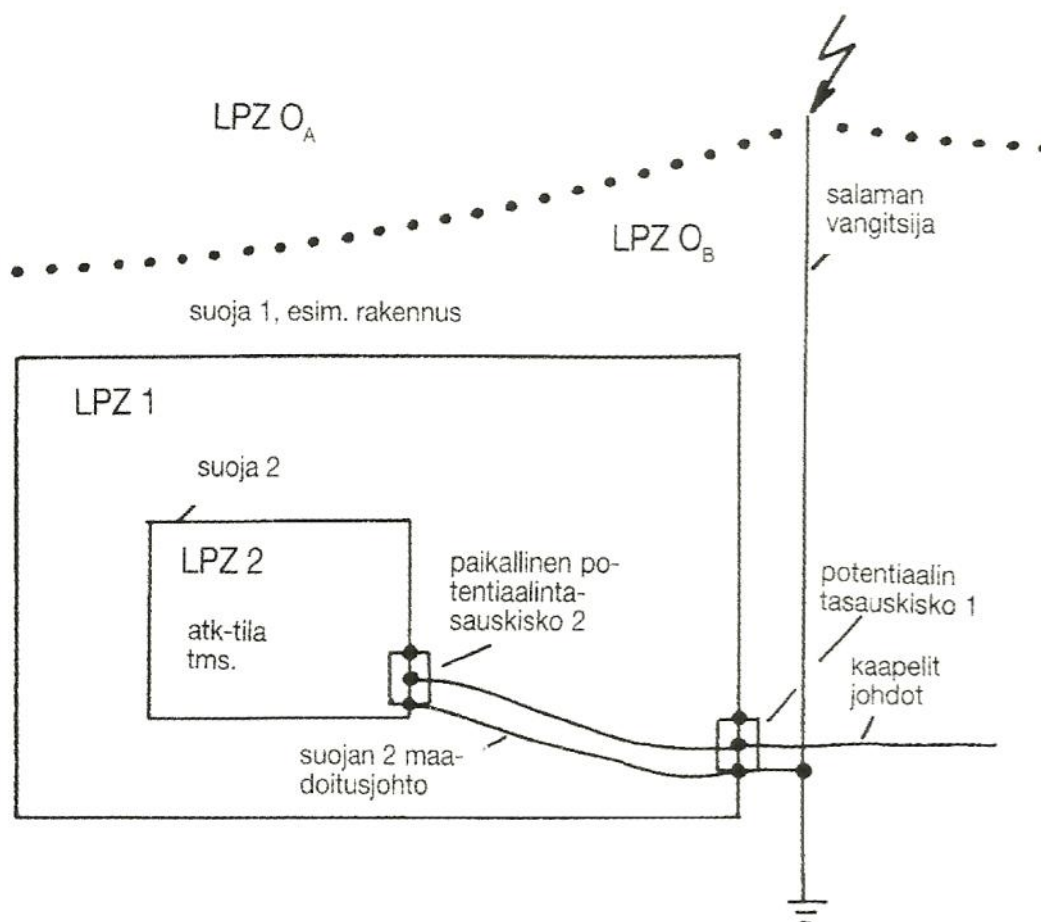
Voidaan myös käyttää pelkkiä pysty- tai säteittäiselektrodeja, mutta silloin niiden minimimäärä on kaksi ja jokainen alastulojohdin tulee kytkeä vähintään yhteen erilliseen maadoituselektrodiin (Annanpalo ym. 2005, 100).

2.4.4 Antennit

Katolla sijaitsevat antennit ovat alttiita suorille salamaniskuille. Antennien suojaPUTKET on maadoitettava yhdistämällä antennin suojaPUTKI ulkoiseen ukkossuojaukseen. Mikäli rakennuksella ei ole ulkoista ukkossuojausta, maadoitetaan antennin suojaPUTKI suoraan potentiaalintasauskiskoon. Suoran salamaniskun salamavirran vahingoilta välttyttääksi on maadoitusjohtimena käytettävä vähintään 16 mm² kuparijohdinta (Annanpalo ym. 2005, 89).

2.5 LEMP –suojaukonsepti

LEMP –suojaukonseptin ideana on suojata kohteen sähköisiä ja elektronisia järjestelmiä salaman aiheuttamalta sähkömagneettiselta kentältä. Suojaukonseptissa rakennus jaetaan LPZ –suojavyöhykkeisiin. Kuviossa 17 on esimerkki LEMP –suojauksesta (Dehn + Söhne. 2007, 155).



Kuvio 17. LEMP –suojauksen havaintokuva (Annanpalo ym. 2005, 73).

Suojavyöhykkeet jaetaan ulkoisiin ja sisäisiin suojavyöhykkeisiin. Ulkoisia vyöhykkeitä on kaksi: Suojavyöhyke LPZ 0_A on alue, joka on alttiina suoralle salamaniskulle sekä rajoittamattomille virtapulsseille ja salamaniskun aiheuttamille magneettikentille. Suojavyöhyke LPZ 0_B on suojattu suorilta salamaniskuilta ukkosenjohdattimilla eikä se ole alttiina rajoittamattomille magneettikentille ja virtapulsseille (Dehn + Söhne. 2007, 155).

Sisäiset vyöhykkeet alkavat LPZ 1 –vyöhykkeestä. Vyöhyke on suojattu virtapulsseilta ylijännitesuojin ja salamaniskujen aiheuttamalta magneettikentältä on suojauduttu potentiaalintasauksella. Kuvion 18 mukaisesti jokainen suojauksen lisäkerros nostaa vyöhykkeen numeroa yhdellä (Dehn + Söhne. 2007, 156).

Suojausvyöhykkeiden rajoilla on kaikki rajat ylittävät metalliosat sekä sähköjohdot ja -järjestelmät yhdistettävä suojavyöhykkeen potentiaalintasaukiskoon. Yhdistämiseen tulee tapahtua mahdollisimman lyhyillä johtimilla (Conray, V. 2010, 374).

2.6 Mastojen ja linkkiasemien suojaus

Suoran salamaniskun mahdollisuus on huomioitava suunniteltaessa korkeiden rakenteiden maadoituselektrodia. Mastojen maadoituselektrodien tehtävänä on rajoittaa tukiaseman potentiaalin nousua ja ohjata osa salamavirrasta maahan. Koska salamavirralla on nopea nousuaika, kannattaa mastojen maadoituselektrodi rakentaa haaroittuvaksi kolmeen tai neljään suuntaan (Annanpalo ym. 2005, 36).

Suojauksen kannalta on tärkeää, että sähkö- ja televerkkojen maadoitukset ovat yhdessä, eikä erillisiä maadoituselektrodeja käytetä (Annanpalo ym. 2005, 159).

Salamaniskun todennäköisyyden vuoksi on tukiaseman ylijännitesuojaus suunniteltava kestämään suora salamanisku. Mastoon osuessaan salama nostaa tukiaseman potentiaaliksi suureksi ja aiheuttaa suuria virtoja asemalta lähteviin pienjännite- ja telekaapeleihin (Annanpalo ym. 2005, 33).

3 GASUM OY:N KOHTEET

3.1 Kaasuputkiverkosto

Gasum Oyn kaasuputkistoa käytetään luonnonkaasun siirtoverkostona. Kaasuputki kulkee Imatralta länteen aina Tampereelle ja Lohjalle asti.

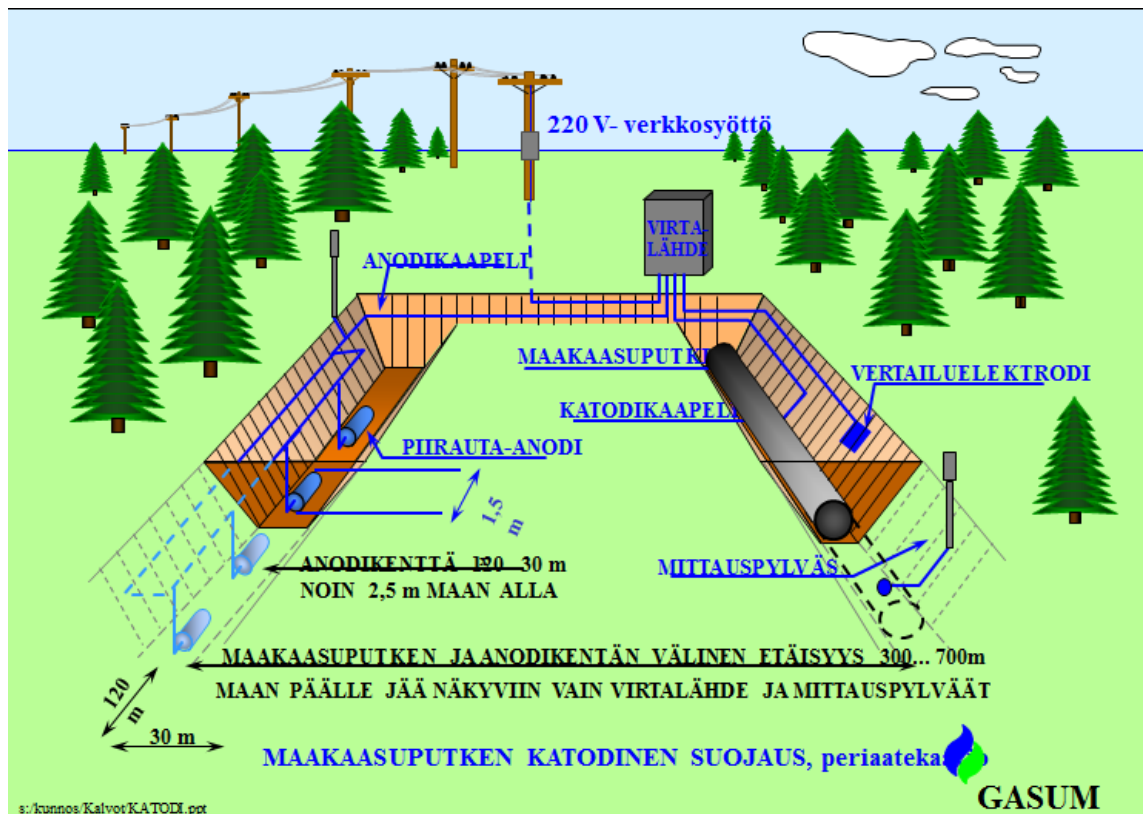
Kaasuverkoston alue on jaettu neljään huoltoalueeseen, joista jokaisen kohteiden ylijännitesuojaus käsitellään tässä työssä. Kaasuputkisto ja huoltoalueiden jaot on esitetty kuviossa 18.



Kuvio 18. Kaasuputkisto ja huoltoalueet (Gasum).

3.1.1 Katodinen suojaus

Katodisen suojauksen tarkoituksena on suojata kaasuputkea korroosiolta. Järjestelmä on periaatteeltaan samanlainen, kuin muutkin katodiset suojausjärjestelmät. Kuviossa 19 on kuvattuna katodisuojausjärjestelmän periaate.



Kuvio 19. Katodisen suojauksen periaate (Gasum).

Periaatteena on, että kaasuputki toimii katodina ja uhrimetallina toimiva piirauta anodina. Kaasuputki on eristetty maasta ja sen ja maan välinen potentiaaliero on tarkoitus pitää noin -2 V:n suuruisena. Koko kaasuputki on katodisen suojauksen piirissä lukuun ottamatta paineenvähennysasemien koneikkoja, jotka on erotettu katodisesta suojauksesta. Venttiiliasemien maanpäälliset osat ovat yhteydessä katodiseen suojaukseen.

Potentiaalieroa mitataan manuaalisesti maastossa olevista mittauspylväistä ja automaattisesti joidenkin asemien yhteydessä olevilla kaukovalvontajärjestelmillä, jotka välittävät reaaliaikaista tietoa kaasuputken ja maan välisestä potentiaalista Gasumin automaatiojärjestelmään. Katodisyöttöasemia on tasaisin välimatkoin maastossa sekä esimerkiksi venttiiliasemien yhteydessä. Koska mittauslaitteisto ja virtalähteet ovat galvaanisessa yhteydessä kaasuputkeen, ovat ne vaurioherkkiä ukkosella.

Maastossa ja muiden asemien yhteydessä olevia virtalähteitä kutsutaan jatkossa katodisyöttöasemiksi.

3.2 Paineenvähennysasema

Paineenvähennysasemalla, josta käytetään jatkossa konsernin tapojen mukaisesti nimitystä PV-asema, vähennetään siirtoverkon paine jakeluverkkoon sopivaksi. PV-asemien sähköjärjestelmät koostuvat yleensä akkuvarmennetusta tasajännitelähteestä, alaseamasta, määräkorjaimista, painelähtetimestä, kaasun lämmitykseen käytettävistä kattiloista ja kaasuilmaisinjärjestelmästä.

3.3 Kaukovalvottu venttiiliasema

Venttiiliasemilla voidaan eristää ja sulkea osia kaasuputkesta. Venttiiliasemia on kahta erilaista tyyppiä: kaukovalvottuja ja ns. kylmiä venttiiliasemia. Kylmät venttiiliasemat ovat täysin sähköttömiä, kun taas kaukovalvotut venttiiliasemat on pitkälle sähköistettyjä ja instrumentoituja. Kaukovalvottuiden venttiiliasemien venttiilit voidaan ajaa kiinni etäkäyttöisesti. Lisäksi niiltä saadaan jatkuvasti valvonnan kannalta tärkeää tietoa, kuten tietoa kaasun paineesta putkistossa.

Joidenkin kaukovalvottujen venttiiliasemien yhteydessä on linkkiasema. Nämä linkkiasemat toimivat Gasumin tiedonsiirron selkärankana, sillä Gasumin tiedonsiirto kulkee pääasiassa langattomasti aina kaukaisimmasta asemasta Valkealassa sijaitsevaan valvomoon asti.

3.4 Gasum Oy:n yleisimmät laitteet

Yleisimpiä ja kriittisimpiä laitteita konsernin kohteissa ovat määräkorjaimet, ala-asemat sekä painelähtetimet.

3.4.1 Ala-asemat

Ala-asemat ovat asemien automaatiojärjestelmien sydän. Ala-asema saa jännitteensyötönsä 24 V:n akkuvarmennetulta jännitelähteeltä. Ala-asemassa yhdistyy kaikki asemien mittaus-, ohjaus- ja säätöpiirit, sillä ne keräävät esimerkiksi kaasunkulutustietoa määräkorjaimilta ja painetietoa painelähtetimiltä. Ala-asemia käytetään myös ohjaamaan kauko-ohjattavia venttiilejä kaukovalvotuilla venttiiliasemilla. Ala-asemat välittävät tietoa tietoliikenneyhteyksiä pitkin konsernin valvomoon ja vastaanottavat ohjauskäskyjä.

Toisin sanoen ala-asemissa yhdistyy kaikki asemien sähköiset järjestelmät jännitteensyötöstä MSO-piireihin ja tietoliikenteeseen.

Gasum Oy:lla on käytössä kahden eri valmistajan ala-asemia: Vanhempia RMT:n valmistamia ala-asemia ja uudempaa kalustoa edustaa Kuumicin valmistamat ala-asemat. Konsernilla on käynnissä uudistusprojekti, jonka tavoitteena on vaihtaa vanhemmat RMT:n ala-asemat Kuumicin valmistamiin ala-asemiin. Ala-asemien ukkosvauriot käsitellään tässä työssä valmistajakohtaisesti.

3.4.2 Barrierit

Barrierien tarkoitus on estää kipinäointi Ex-piireissä oikosulkutapauksissa, ja näin parantaa turvallisuutta. Gasum käyttää barriereita muun muassa painelähettimien, määräkorojainten ja venttiilinoitusjärjestelmien piireissä. Tässä työssä on vikahistoriaa analysoidessa barrierien ukkosviat yksilöity piireittäin.

3.5 Gasum Oy:n yleisimmät ylijännitesuojat

Konsernin kohteissa on käytetty hyvin erilaisia suojia riippuen kohteen iästä ja mahdollisista suojauksen parannusyrityksistä. Tässä osiossa käsitellään lyhyesti konsernin yleisimmät suojat.

3.5.1 Jännitteensyöttö

Konsernin kohteissa on pääasiassa kolmea erilaista jännitteensyötön suojalaitetta: Lähes kaikilla vanhemmilla, ja uudistamattomilla, asemilla on joko LCC:n tai ABB:n valmistamia karkeasuojia. Uudemmissa asemilla on käytetty pääasiassa Phoenix Contactin varistori- ja kipinäväliteknikkaan perustuvia yhdistelmäsuojia.

LCC:n ja ABB:n suojien ongelma on toimintakunnon indikoinnin puute. Suojista ei voi mitenkään tietää ovatko ne toimintakuntoisia. Toinen ongelma suojissa on se, että ne ovat karkeasuojia. T1-tason karkeasuojat eivät rajoita jännitteensyötön kautta tulevia ylijännitteitä sellaiselle tasolle, että sähkölaitteet kestäisivät niitä.

Uudempien asemien yhdistelmäsuojat on varustettu toimintakunnon indikoinnilla. Niistä näkee suoraan ovatko ne toimintakuntoisia, vai eivät. Yhdistelmäsuojissa on karkeasuojaus tehty kipinävälillä ja keskisuojausta varten on suojassa varistoritekniikkaa. Näiden komponenttien yhdistelmällä saavutetaan karkeasuojaa parempi suojaustaso.

3.5.2 Signaalipiirit ja tietoliikenne

Konsernin käytössä on hyvin erilaisia signaalipiirien ja tietoliikenteen suojausratkaisuja. Vanhemmat suojat, kuten Laukamot ja poikittaissuojat ovat yleisimpiä. Uudemmissa asemilla on kuitenkin käytetty Phoenix Contactin valmistamia suojia.

Laukamo on Laukamo Oy:n valmistama suoja, jonka kytkentä koostuu kipinäväleistä ja purkausdiodeista. Komponenttien välisen selektiivisyyden saavuttamiseksi on käytetty vastuksia. Poikittaissuoja on hyvin samanlainen toimintaperiaatteeltaan kuin Laukamo. Molempien suojien heikkoutena on toimintakyvyn indikoinnin puute.

Phoenix Contactin suojia on käytössä kolmea erilaista mallia. Kaksi kolmesta on tarkoitettu virtaviesteillä kommunikoivien signaalipiirien suojaukseen ja kolmatta käytetään digitaalisiin signaalipiireihin, kuten venttiilinoijausjärjestelmiin.

Virtaviestipiirien suojat ovat kytkennöiltään samanlaisia, mutta erona on toisen modulaarinen rakenne. Modulaarisessa suojassa on erikseen irrotettava plugiosa, jossa on indikointi suojan toimintakunnosta. Suojan hajotessa voidaan plugi irrottaa ja vaihtaa vaivattomasti uuteen. Toinen suoja on ns. ”riviliitinsuoja”, eli se muistuttaa tavallista riviliitintä. Suojassa ei ole minkäänlaista indikointia toimintakunnosta.

Venttiilinoijausjärjestelmissä käytettävät, digitaalisiin signaalipiireihin tarkoitetut suojat, ovat kaikki ns. riviliitinsuojia vailla indikointia toimintakunnosta.

3.5.3 Katodisen suojauksen alaisten osien epäsuora maadoitus

Kaasuputki on oikeastaan ainoa katodisen suojauksen alainen osa Gasumilla. Paikoittelun on kaasuputki maadoitettu epäsuorasti erilaisten suojien kautta. Suojia on pääasiassa käytössä kahta erilaista: Hyvinkään huoltoalueella on käytetty itse tehtyä suojaa, jossa

on kytketty rinnan kipinäväli ja kaasupurkausputki. Toinen yleinen suoja on Phoenix Contactin valmistama T1-tason kipinävälisuoja.

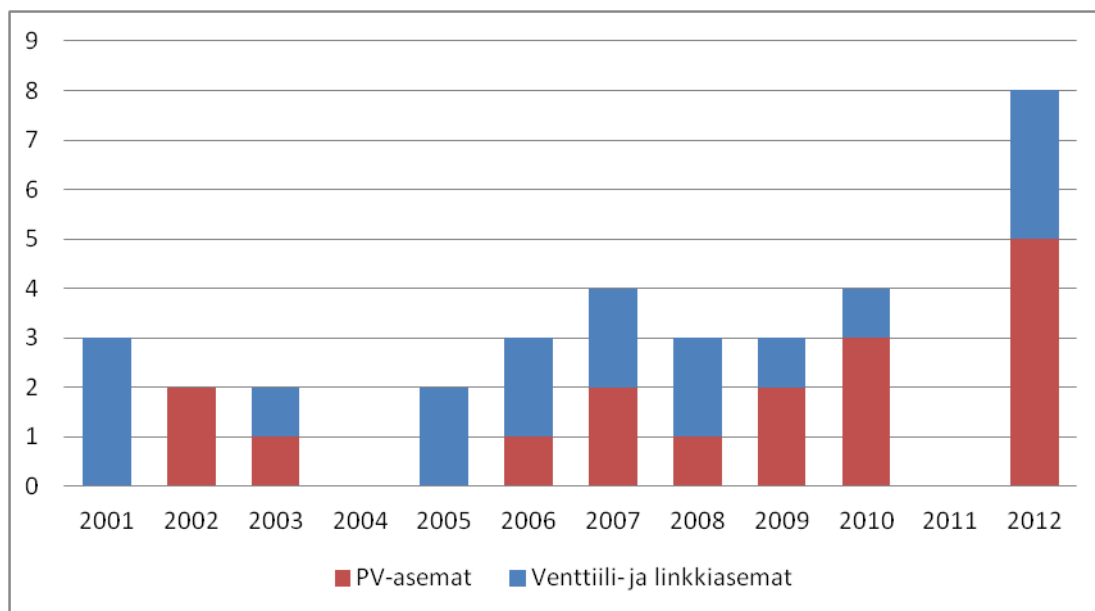
4 TAMPEREEN HUOLTOALUE

Tampereen huoltoalue on Gasum Oy:n läntisin huoltoalue ja käsittää Gasum Oy:n kaasuverkoston Tampereen haaran Iittalasta lähtien. Huoltoalueen suojattavat kohteet, joista suurin osa on rakennettu 80-luvulla, koostuvat Lahdesjärven huoltokeskuksesta, 22:sta PV-asemasta, seitsemästä kaukovalvotusta venttiiliasemasta, 13:sta linkkiasemasta sekä 14:sta katodisyöttöasemasta.

4.1 Vikahistoria

Kaikkien huoltoalueiden vikahistoriat on purettu käymällä läpi niiden vikatöiden raportit, joissa vian syyksi on ilmoitettu ukkosvaurio, Gasum Oy:n käyttämästä Arttu -kunnossapitojärjestelmästä. Raporttien pohjalta on laadittu taulukko vikahistoriasta vuosien 2001 ja 2012 välillä.

Tampereen vuosittainen vikahistoria tarkastelujakson aikana kohteittain eriteltynä löytyy kuviosta 20. Kuviota tarkasteltaessa selviää venttiili- ja PV-asemien vikojen pysyneen suhteellisen tasaisina vuosien varrella. Vuosi 2012 oli Tampereen huoltoalueella poikkeuksellisen synkkä: vikatöitä ilmeni yhteensä 8 kappaletta.



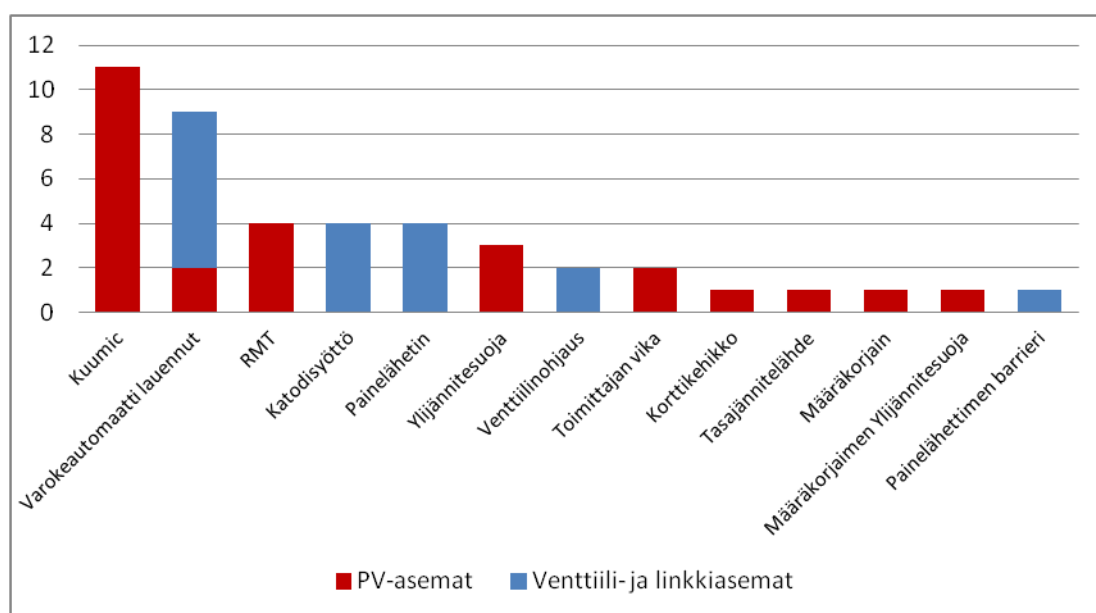
Kuvio 20. Tampereen huoltoalueen vikahistorian kehitys.

Venttiiliasemilla on sähköistä kunnossapitoa eniten työllistänyt lauenneet varokeautomaatit. Myös painelähettimet, venttiilinohjausjärjestelmät ja katodisyöttöasemat ovat

aiheuttaneet vikatöitä. Katodisyöttöasemien viat loppuivat, kun vanhat venäläiset syöttöasemat vaihdettiin uudempaan malliin.

Tampereen PV-asemia vaivaavat lähinnä ala-asemien ongelmat. Tampereen huoltoalueen tietoja analysoimalla voidaan olettaa Kuumicin ala-aseman olevan vikaherkempi verrattuna vanhaan RMT:n ala-asemaan.

Kuviossa 21 on kuvattuna kohteiden vikahistoria vikojen ja hajonneiden laitteiden perusteella.



Kuvio 21. Tampereen huoltoalueen vikahistoria vioittain.

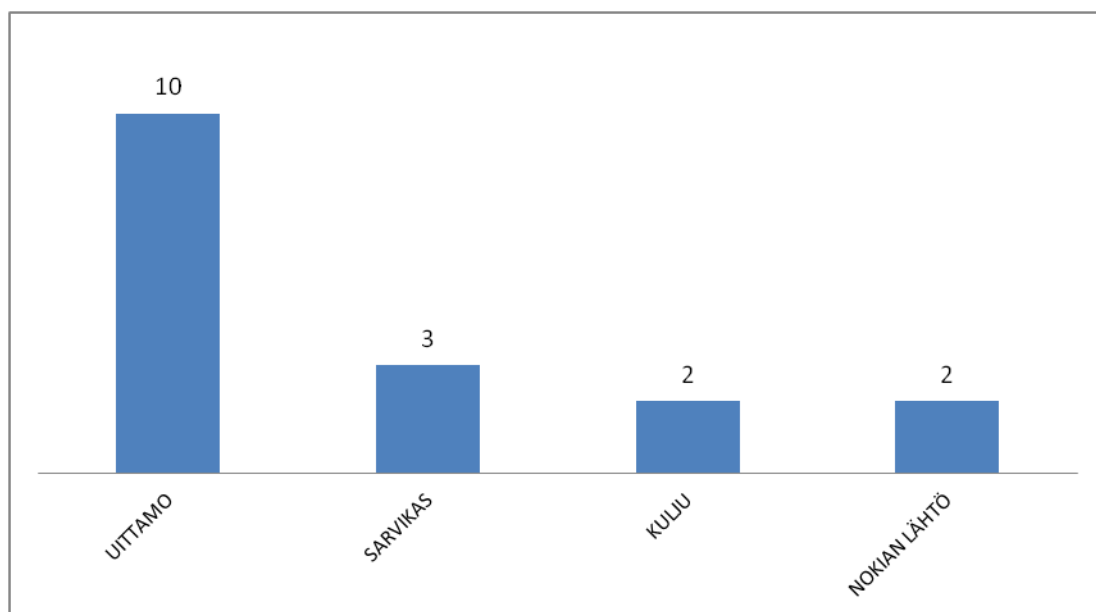
4.2 Venttiiliasemat

Tampereen huoltoalueen kaukovalvotuista venttiiliasemista kaikki, Tarttilan venttiiliasemaa lukuun ottamatta, on rakennettu 80-luvulla. Kuljun ja Sarvikkaan venttiiliasemia on kuitenkin uudistettu vuosina 2008 ja 2009 käyttämällä Tarttilan venttiiliasemaa mallina.

Venttiiliasemien linkkiasemien suojaus on järjestetty teoriassa asianmukaisesti. Jännitteensyöttö-, kenttä- ja tietoliikennekaapelit ovat pääasiassa suojattuja ylijännitesuojin. Jännitesyötön suojina on käytetty LCC:n ja Phoenix Contactin suojia, tietoliikennekaapelit on suojattu Laukamoilla ja kenttäkaapelia pitkin tulevat mittaus- ja ohjaussignaalit on suojattu pääasiassa käyttämällä poikittaissuojausta. Tarttilassa ja uudistetuilla ase-

milla on käytetty jännitteensyöttö-, tietoliikenne- ja kenttäkaapeleissa Phoenix Contactin suoja. Kenttälaitteita ei ole suojattu mitenkään venttiilikentällä.

Venttiiliasemien maadoitukset ovat varsinkin Tarttilassa ja uudistetuilla asemilla asianmukaiset. Uittamon venttiiliasema on Tampereen huoltoalueen ainoa venttiiliasema, jolla venttiilikentällä ei ole maadoitusta ollenkaan linkkikopin ja venttiiliaseman välisen etäisyyden vuoksi. Uittamon venttiiliasema onkin Tampereen huoltoalueen ongelmatapaus. Myös Nokian lähdön ja Sarvikkaan venttiiliasemilla on ilmennyt ongelmia pienemmässä mittakaavassa. Kuviossa 22 on venttiiliasemien vikatöiden määrä kohteittain.



Kuvio 22. Tampereen huoltoalueen venttiiliasemien viat kohteittain.

Uittamon venttiiliasema on Tampereen huoltoalueen venttiiliasemista ylivoimaisesti vikaherkin. Uittamolla on ilmennyt ukkosvaurioita lähes vuosittain. Taulukossa 4 on listattuna Tampereen huoltoalueen venttiiliasemien viat kuvauksineen.

Taulukko 4 Venttiiliasemien viat kohteittain.

TUNNUS	NIMI	Kuvaus
41400V	UITTAMO	Venttiilinohjauksen kela, 2001. Painelähetin, 2001. Katodisyötön sulake, 2003. Katodisyötön sulake, 2006. Varokeautomaatti lauennut, 2006. Varokeautomaatti lauennut, 2007. Varokeautomaatti lauennut, 2007. Katodisyötön sulake, 2008. Varokeautomaatti lauennut, 2012. Painelähetin, 2012.
43300V	SARVIKAS	Varokeautomaatti lauennut, 2008. Varokeautomaatti lauennut 2009. Venttiilinohjauksen kela, 2010.
43600V	KULJU	Varokeautomaatti lauennut, 2001. Katodisyötön sulake, 2005.
46400V	NOKIAN LÄHTÖ	Painelähetin, 2005. Painelähetin ja barrieri, 2012

4.2.1 Uttamo

Uttamolla on venttiilikentän ja linkkikopin lisäksi katodisyöttö- ja PV-asema. Linkkikoppi ja katodisyöttöasema sijaitsevat mäen päällä noin 500 metrin päässä vierekkäin olevista venttiilikentästä ja PV-asemasta.

Uttamon PV-asemalla ei ole tarkastelujakson aikana ilmennyt muita vikoja kuin yksi varokeautomaatin laukeaminen. Venttiiliasemalla on ilmennyt toistuvia ongelmia ukonilmalla: tarkastelujakson aikana on venttiiliasemalla hajonnut kaksi painelähetintä ja venttiilinohjauksen kela. Linkkikopin vieressä sijaitsevan katodisyöttöaseman sulake paloi kolme kertaa, kunnes syöttöasema vaihdettiin uudempaan malliin ja ongelmat lopuivat. Linkkikopin ala-aseman laukeilevista varokeautomaateista on muodostunut lähes jokavuotinen riesa.

Linkkikopille tulee ulkopuolelta kenttäkaapeli venttiiliasemalta, tietoliikennekaapeli PV-asemalta, linkkimaston antennikaapeli ja katodisyöttöaseman syöttökaapeli. Linkkiasemalle tulevat kaapelit ovat antennikaapelia ja katodisyöttöaseman syöttökaapelia lukuun ottamatta suojattu Laukamoilla ja poikittaissuojilla.

Venttiilikenttä on täysin maadoittamaton. Painelähetintä on kuitenkin yritetty suojata ensin maadoittamalla painelähettimelle tuleva kaasuputki eristyslaipan jälkeen ja myöhemmin maadoittamalla itse painelähetin sauvamaadoituksia käyttämällä. Kummastakaan kokeilusta ei ollut apua ja painelähetin jätettiin lopulta kelluvaksi.

Parannuksena tulisi venttiilikentälle saada maadoitus, joko viereiseltä PV-asemalta tuotuna, tai tekemällä venttiiliasemalle kokonaan oma maadoitus, johon yhdistetään venttiilikentän aita. Linkkikopin ja venttiiliaseman välinen kenttäkaapeli tulisi suojata ylijännitesuojin myös venttiilikentällä. Linkkiasemalla voitaisiin suojata linkkimaston antennikaapeli sekä mahdollisesti uudistaa kenttäkaapelin ylijännitesuojat vastaaviksi, kuin mitä venttiilikentälle asennettaisiin.

4.2.2 Nokian lähtö ja Sarvikas

Nokian lähdön ja Sarvikkaan tapauksissa linkkikopin ylijännitesuojaus on riittävällä tasolla. Asemilla on suojattu jännitteensyöttö ja kenttäkaapelit käyttämällä Phoenix Contactin suojia ja venttiilikentällä on hyvät maadoitukset. Ongelmaksi muodostuvatkin venttiiliaseman kenttälaitteiden suojaamattomuus. Molemmilta asemilta on tarkastelujakson aikana hajonnut venttiiliaseman laitteistoa ukkosten seurauksena: Nokian lähdössä on hajonnut kaksi painelähetintä ja painelähettimen barrieri ja Sarvikkaalla on hajonnut venttiilinohjauksen kela.

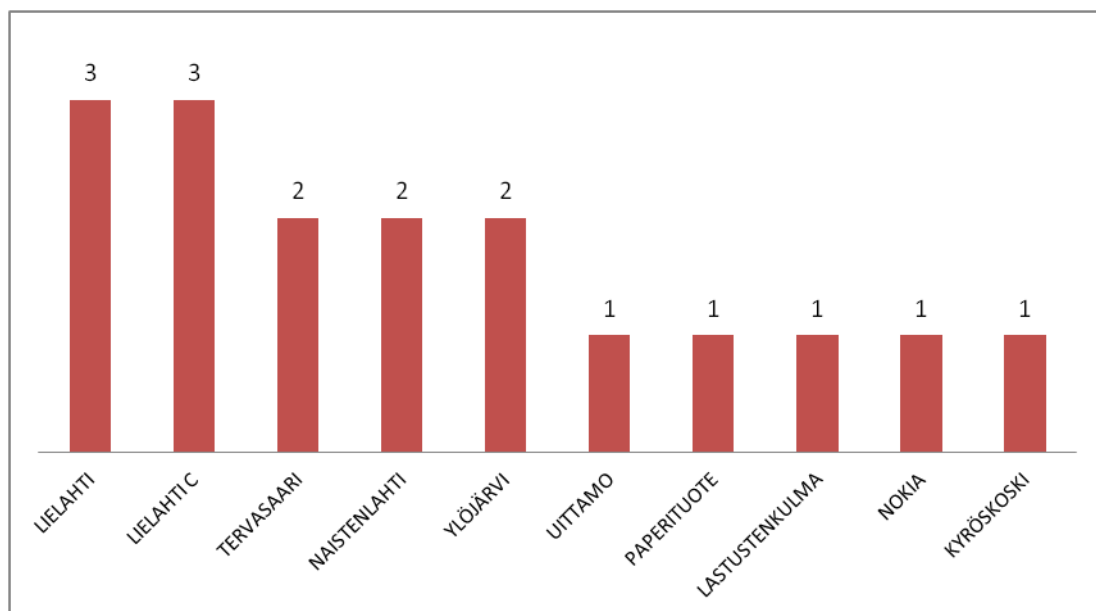
Asemille voisi toteuttaa samanlaisen ylijännitesuojauksen venttiilikentälle, kuin Uittamolle ehdotetaan luvussa 4.2.1. Suojauksen uudistamisen tarpeellisuutta tulee kuitenkin pohtia taloudelliselta kannalta.

4.3 PV-asemat

Tampereen huoltoalueen PV-asemista suurin osa on rakennettu 80-luvulla, kun Tampereen haara rakennettiin. Tampereelle on rakennettu myös 2000-luvulla asemia, kuten esimerkiksi koko Sahalahden haara.

Suojauksen tasoa kartoitettaessa ilmeni vanhojen PV-asemien suojauksen olevan yleisesti puutteellinen: Paineenvähennystilasta tulevia mittaus- ja ohjaussignaalituloja ei ole suojattu millään asemilla ja asemien maadoituksissa on puutteita. Maadoituskaapelit kulkevat muiden kaapeleiden seassa kaapelihyllyillä ja niihin on tehty haaroituksia ja jatkoksia käyttäen C-liittimiä. Tietoliikenneyhteydet ovat yleisesti suojaamattomia, mutta niitä on suojattu paikoitellen käyttämällä Laukamoja ja poikittassuojia.

Asemien jännitteensyöttö suojattu käyttämällä joko Phoenix Contactin tai LCC:n ylijännitesuojia. Joillain asemilla on käytetty Phoenix Contactin Flashtab -suoja kaasu-putken epäsuoraan maadoitukseen. Uudemmissa asemilla, kuten Huutijärvellä, on pääasiassa asianmukainen ylijännitesuojaus. Kuviossa 23 on PV- ja linkkiasemien ukkosvaurioiden aiheuttamat vikatyöt eriteltynä kohteittain.



Kuvio 23. Tampereen huoltoalueen PV-asemien viat kohteittain.

Tampereen PV-asemien ongelmatapaukset ovat Valkeakoskella sijaitsevat Tervasaaren, Valkeakosken ja Paperituotteen PV-asemat sekä kuten kuvioista 27 selviää, Lielahdessa olevat Lielahden ja Lielähti C:n PV-asemat. Kummallakin ongelma-alueella on esiintynyt toistuvia ylijännitteiden aiheuttamia vikoja ala-asemilla. Muilla asemilla viat ovat olleet yksittäisiä, tai toimittajasta johtuneita ongelmia. Taulukossa 5 on listattuna PV-asemilla ilmenneet ukkosvaurioiden korjaustyöt kuvauksineen.

Taulukko 5. PV-asemien viat kohteittain.

TUNNUS	NIMI	Kuvaus
41400P	UITTAMO	Varokeautomaatti lauennut, 2006.
42100P	TERVASAARI	RMT Modeemi, 2003. RMT ADA, 2007.
42600P	PAPERITUOTE	Kuumic modeemi ja CPU, 2012.
43200P	LASTUSTENKULMA	Jännitesyötön ylijännitesuoja ja tasajännitelähde, 2008
45700P	NAISTENLAHTI	Määräkorjaimen Ylijännitesuoja, 2007. Katodimittauksen kaukovalvonnan ylijännitesuoja, 2012
45900P	LIELAHTI	Kuumic ADA, 2009. Kuumic ADA, 2010. Kuumic ADA, 2012
45950P	LIELAHTI C	RMT Modeemi ja Prodi, 2009. Kuumic CPU ja modeemi, 2010. Kuumic CPU ja ADA, Kuumic Modeemi ja I/O-kortti sekä korttikehikko, 2012
46900P	NOKIA	Toimittajan vika, 2010
47600P	YLÖJÄRVI	Varokeautomaatti lauennut, 2002. Toimittajan vika, 2012.
48400P	KYRÖSKOSKI	Määräkorjain, 2002.

4.3.1 Valkeakoski

Valkeakosken kolme PV-asemaa ovat yhteydessä toisiinsa maassa kulkevien tietoliikennekaapeleiden kautta. Paperituote ja Valkeakoski ovat molemmat yhdistetty Tervasaareen, jossa sijaitsee radiolinkki, tietoliikennekaapelin kautta. Kaikille Valkeakosken asemille tulee myös asiakkaalta parikaapeli, jonka kautta asiakas saa muun muassa kaasuilmaisimien hälytykset ja kaasumäärätietoa asemalta.

Paperituotteen PV-asema sijaitsee paperitehtaan alueella. Paperituotteen ja Tervasaaren välisen maakaapelin suojavaippa on maadoitettu Paperituotteen päässä, mutta kaapelissa ei ole ylijännitesuojia. Tervasaaren tietoliikennekaapelin lisäksi Paperituotteelle tulee myös asiakkaalta suojaamaton parikaapeli. Paperituotteen jännitteensyöttö on suojattu käyttämällä Phoenix Contactin suojia.

Valkeakosken PV-asema sijaitsee Valkeakosken energialaitoksen yhteydessä. Valkeakosken PV-asemalle tulee Tervasaaren tietoliikennekaapelin lisäksi asiakkaan suojaamaton parikaapeli, näiden kaapeleiden maadoitukset on yhdistetty toisiinsa, mutta ei maadoituskiskoon. Asiakkaan kaapelia lukuun ottamatta on kaikki muut ulkoa tulevat kaapelit ylijännitesuojattu: Tervasaaren tietoliikennekaapelissa on ala-asemaan sijoitettu

poikittaissuojaus. Jännitteensyötössä on käytetty Phoenix Contactin suojia. Asemalle tuleva putki on eristetty eristyslaipalla, ja putkessa on käytetty Phoenix Contactin -ylijännitesuojaa. Maadoitukset asemalla on järjestetty tasaamalla aseman maadoituskisko energialaitoksen potentiaaliin.

Tervasaaren PV-asemalle tulee ulkopuolelta asiakkaan tietoliikennekaapeli sekä Paperituotteen ja Valkeakosken tietoliikennekaapelit. Paperituotteen ja Valkeakosken tietoliikennekaapelit on maadoitettu ja suojattu poikittaissuojilla Tervasaassa, mutta asiakkaan ja aseman välisessä parikaapelissa ei ole käytetty mitään suojausta. Kuten Paperituotteella, on myös Tervasaaren maadoitus puutteellinen.

Valkeakosken asemien asiakkailta tulevien parikaapelien ja asemien välisien tietoliikennekaapeleiden suojaus tulisi uusia.

4.3.2 Lielahdi

Lielahden kaksi PV-asemaa ovat yhteydessä toisiinsa maassa kulkevan tietoliikennekaapelin kautta. Lielahdessa on radiolinkki, jonka kautta asemat ovat yhteydessä Lahdesjärven huoltokeskukseen. Lielahden ongelmana voidaan pitää PV-asemien välistä tietoliikennekaapelia: Vuoden 2010 kesällä oli asemien välisestä kaapelista hajonnut yksi pari sekä molemmilta PV-asemilta ala-asemasta kortteja. Asemien viat ilmenevätkin aina samaan aikaan.

Tietoliikennekaapelin suojavaippa on maadoitettu molemmilla asemilla, koska kaapelin hajottua vuonna 2010, sen suojavaippaa ei jatkettu. Kummallakin asemalla on kaapeli suojattu käyttämällä ala-asemaan sijoitettua poikittaissuojausta.

Parannuksena tämän hetkiseen tilanteeseen molempien asemien tietoliikenteen ylijännitesuojaus tulisi uusia. Tulee myös huomioida ja varautua asemien välisen tietoliikennekaapelin mahdolliseen hajoamiseen tulevaisuudessa.

4.4 Yhteenveto Tampereen huoltoalueesta

Tampereen huoltoalueella on ongelmatapauksia joiden ylijännitesuojaus tulisi ehdottomasti uudistaa. PV-aseista Lielahden ja Valkeakosken ongelmatapaukset vaativat huomiota. Muiden PV-asemien suojauksen uudistamisen tarpeellisuutta tulee pohtia kriittisesti, sillä asemilla on ilmennyt vain yksittäisiä ongelmia tarkastelujakson aikana. Uittamon venttiiliasema on ollut lähes jokavuotinen työllistäjä, joten aseman suojaus tulisi ehdottomasti uudistaa. Myös Nokian lähdön ja Sarvikkaan suojauksen lisäämistä tulee pohtia taloudelliselta kannalta.

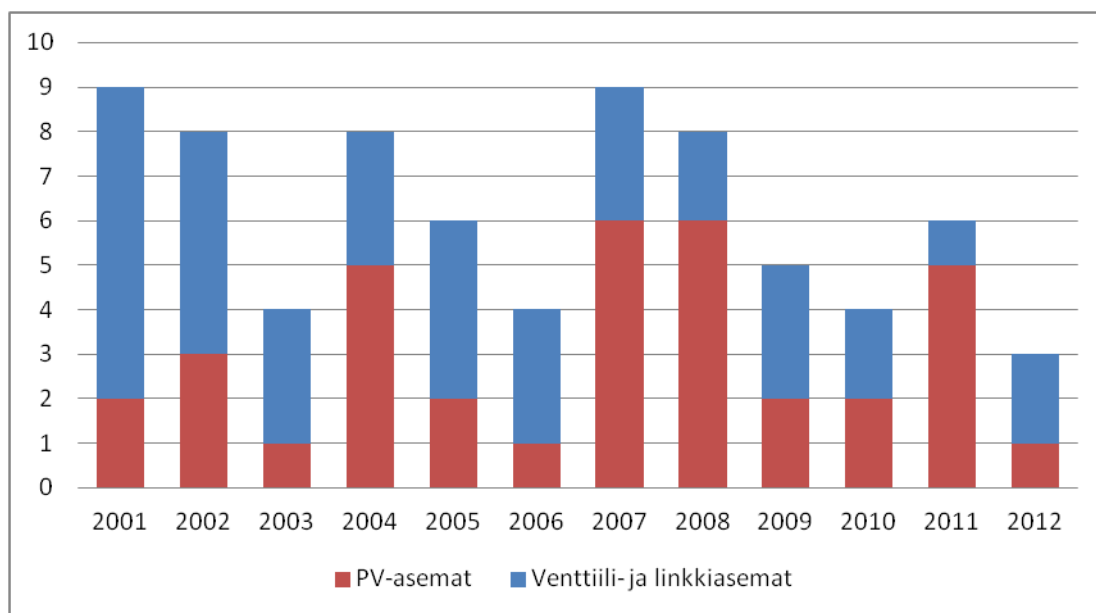
5 HYVINKÄÄN HUOLTOALUE

Hyvinkään huoltoalue on huoltoalueista suurin, ja kattaa alueen Kouvolan ja Tampereen huoltoalueiden välissä. Kokonaisuudessaan Hyvinkään huoltoalueeseen kuuluu Hyvinkään huoltopisteen lisäksi 49 PV-asemaa, 11 kaukovalvottua venttiiliasemaa, 46 linkkiasemaa ja 39 katodisyöttöasemaa. Hyvinkään huoltoalueella sijaitsee myös Mäntsälän kompressoriasema, jonka ylijännitesuojaus on käsitelty kappaleessa 8.3.

5.1 Vikahistoria

Hyvinkään huoltoalueella on vikatöiden määrässä ollut runsaasti vaihtelua vuosittain. Venttiiliasemien viat ovat laskeneet tarkastelujakson alusta, mutta ovat silti jokavuotisia. Vikatöiden laskuun on vaikuttanut merkittävästi venttiiliasemien uudistukset. Hyvinkään PV-asemien vikojen määrässä on ilmennyt suurta vaihtelua, mutta vikoja on silti ilmennyt vuosittain.

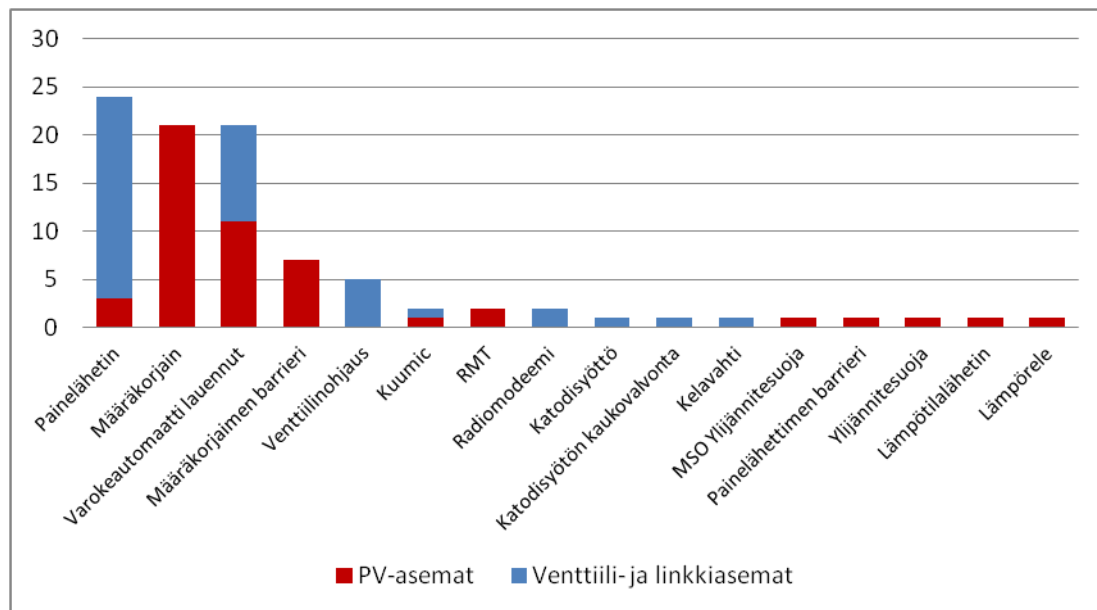
Kuviossa 24 on kuvattuna Hyvinkään huoltoalueen ukkosen aiheuttamien vikatöiden vuosittainen kehitys tarkastelujakson aikana.



Kuvio 24. Hyvinkään huoltoalueen vikahistorian kehitys.

Hyvinkään huoltoalueella ukkosen aiheuttamat viat kohdistuvat yleisimmin määräkorojaimiin ja niiden barriereihin PV-asemilla, ja painelähettimiin venttiiliasemilla. Alasemien varokeautomaattien laukeamiset vaivaavat sekä PV- että venttiiliasemia.

Kuviossa 25 on viat eriteltynä vaurioituneiden laitteiden perusteella.



Kuvio 25. Hyvinkään huoltoalueen vikahistoria vioittain.

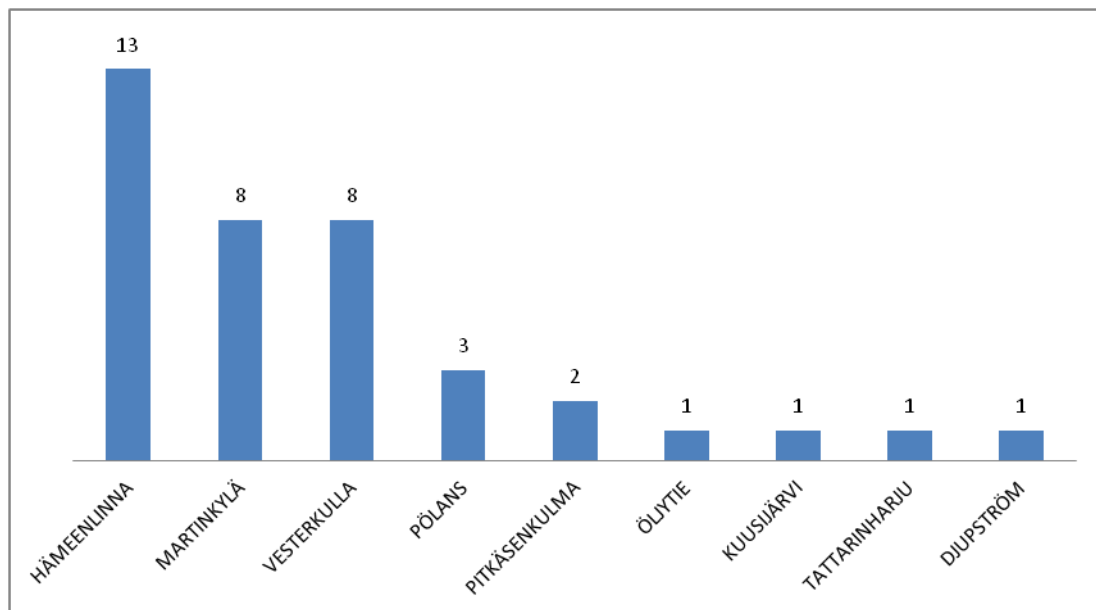
5.2 Venttiiliasemat

Hyvinkään kaukovalvotuista venttiiliasemista suurin osa on rakennettu 80-luvulla. Joi-tain venttiiliasemia on uudistettu 2000-luvulla. Yksi tällainen asema on Martinkylä, joka oli pitkään ongelmatapaus, mutta asemalla ei ole ilmennyt ongelmia uudistuksen jälkeen.

Hyvinkään venttiiliasemat ovat hyvin samankaltaisia Tampereen huoltoalueen kanssa. Molemmat ovat rakennettu samoihin aikoihin ja Hyvinkäällä uudistetuissa asemissa on käytetty samanlaisia suojia kuin Tampereen Tarttilassa. Kuten Tampereella, on myös Hyvinkään venttiiliasemien linkkikoppien suojaus teoriassa hyvällä mallilla: Asemien jännitteensyöttö on suojattu vanhemmilla asemilla pääasiassa LCC:n suojilla, uudem-milla asemilla on käytetty Phoenix Contactin suojia. Kenttäkaapelit on suojattu poikit-taissuojin ja uudemmilla sekä uudistetuilla asemilla on käytetty Phoenix Contactin suo-jia. Hyvinkään venttiiliasemilla ei ole suojattu kenttälaitteita.

Asemat ovat maadoituksienkin osalta hyvin samankaltaisia Tampereen huoltoalueen asemien kanssa.

Kuviossa 26 on esitettyä Hyvinkään huoltoalueen venttiiliasemien vikatöiden määrä eriteltynä kohteittain. Kuvioista on jätetty pois kohteet, joissa ei ole ilmennyt vikoja.



Kuvio 26. Hyvinkään huoltoalueen venttiiliasemien viat kohteittain.

Hyvinkään huoltoalueella on kolme venttiiliasemaa, jotka aiheuttavat ylivoimaisesti eniten ongelmia: Hämeenlinna, Martinkylä ja Vesterkulla. Pölansin venttiiliasema on myös aiheuttanut jonkin verran harmia, mutta ei läheskään yhtä paljon kuin Hämeenlinna, Martinkylä ja Vesterkulla. Lopuilla asemista viat ovat olleet yksittäisiä. Taulukossa 6 on Hyvinkään huoltoalueen venttiiliasemien vikatyöt listattuna kuvauksineen.

Taulukko 6. Venttiiliasemien viat kohteittain.

TUNNUS	NIMI	Kuvaus
23100V	ÖLJYTIE	Katodisyötön sulake, 2009.
23200V	MARTINKYLÄ	Varokeautomaatti lauennut, 2001. Varokeautomaatti lauennut, 2002. Venttiilinohjauksen kela, 2003. Varokeautomaatti lauennut, 2004. Varokeautomaatti lauennut, radiomodeemi, painelähetin 2004. Venttiilinojhaus, 2005. Varokeautomaatti lauennut, 2005. Painelähetin, 2006.
25500V	KUUSIJÄRVI	Painelähetin, 2001.
26500V	VESTERKULLA	Painelähetin ja katodisyötön kaukovalvonta, 2001. Varokeautomaatti lauennut, 2001. Varokeautomaatti lauennut, 2002. Varokeautomaatti lauennut ja painelähetin, 2002. Varokeautomaatti lauennut, 2005. Varokeautomaatti lauennut, 2007. Venttiilinojhaus, 2009. Radiomodeemi, 2009.
27100V	TATTARINHARJU	Suora salamanisku linkkiin, 2008.
31000V	DJUPSTRÖM	Venttiilinohjauksen rajakytkin, 2002.
31300V	PÖLANS	Painelähetin, 2001. Painelähetin, 2003. Venttiilinohjauksen kela ja kelavahtikortti, 2012.
38700V	PITKÄSENKULMA	Painelähetin, 2002. Kuumicin häiriö, 2006.
40500V	HÄMEENLINNA	Painelähetin, 2001. Painelähetin, 2001. Painelähetin, 2003. Painelähetin, 2004. Painelähetin, 2005. Painelähetin, 2006. Painelähetin, 2007. Painelähetin, 2007. Painelähetin, 2008. Painelähetin, 2010. Painelähetin, 2010. Painelähetin, 2011. Painelähetin, 2012.

5.2.1 Hämeenlinna

Hämeenlinnan venttiiliasema on Hyvinkään huoltoalueen vikaherkin venttiiliasema. Painelähettämiä hajoaa vuosittain: tarkastelujakson aikana on hajonnut yhteensä 12 Rosemount -painelähetintä.

Venttiiliaseman ja linkkikopin välisten MLJRM -lyijyvaippakaapelien pituus on noin 30 metriä. Kaapelit on suojattu linkkikopin päässä ylijännitesuojakoteloon sijoitetuilla ylijännitesuojilla. Kenttälaitteita ei ole suojattu mitenkään. Painelähettimelle tulevassa

kaasuputkessa on kaksi galvaanista erotinta, joiden välistä putki on maadoitettu sauva-maadoituksella. Asemalla on kokeiltu myös muita painelähettimen maadoituskeinoja, mutta mikään ei ole auttanut.

Parannusehdotuksena voisi venttiiliasemalle asentaa painelähettimen läheisyyteen yli-jännitesuojan sekä vaihtaa linkkikoppiin sijoitetut poikittaissuojat uudempiin suojiin. Venttiilikentälle voisi myös rakentaa kytkentäkotelon, johon ylijännitesuojat sijoitettaisiin. Lisäksi olisi hyvä, jos asemalle tehtäisiin potentiaalintasaus, johon kytkettäisiin aseman aita, painelähetin ja painelähettimelle tulevan kaasuputki galvaanisen erotuksen jälkeiseltä osalta sekä koteloon asennettavat kenttälaitteiden ylijännitesuojat.

Myös jännitesyötön ylijännitesuojat olisi hyvä uudistaa, jotta aseman suojaus nousisi vastaavalle tasolle kuin uudistetuilla venttiiliasemilla.

5.2.2 Martinkylä

Martinkylän venttiiliasema on rakennettu 90-luvun lopulla. Aseman ja linkkikopin välisen kaapelin pituus on noin 50 metriä ja venttiiliasemalle viedyt kaapelit kulkevat DN50 -suojaputkessa. Martinkylä kärsi ylijännitteiden aiheuttamista vioista vuoteen 2006 asti. Aseman ylijännitesuojaus uudistettiin vuoden 2006 aikana, eikä asema ole kärsinyt ukkosvaurioista enää. Aseman viat olivat vuosittaisia ja kohdistuivat sekä venttiiliaseman laitteistoon että linkkikopissa sijaitseviin laitteisiin: Yleisin vika asemalla oli varokeautoaattien laukeaminen. Asemalla hajosi myös tarkastelujakson aikana kaksi painelähetintä ja kaksi venttiilinojaukselaa.

Aseman uudistuksen yhteydessä asemalle asennettiin Phoenix Contactin ylijännitesuojat painelähetin- ja venttiilinojaukselähtiin sekä jännitesyöttöön. Venttiilikentälle ei asennettu mitään suojia.

5.2.3 Vesterkulla

Vesterkullan venttiiliasema on hyvin samanlainen kuin Martinkylän asema oli ennen uudistusta. Vesterkulla kärsiikin aivan samanlaisista vioista kuin Martinkylä kärsi ennen uudistusta, mutta vikoja Vesterkullan asemalle ei ole ollut vuoden 2009 jälkeen. Vaikka asemalla ei ole ilmennyt vikoja viime vuosina, olisi senkin ylijännitesuojaus hyvä uu-

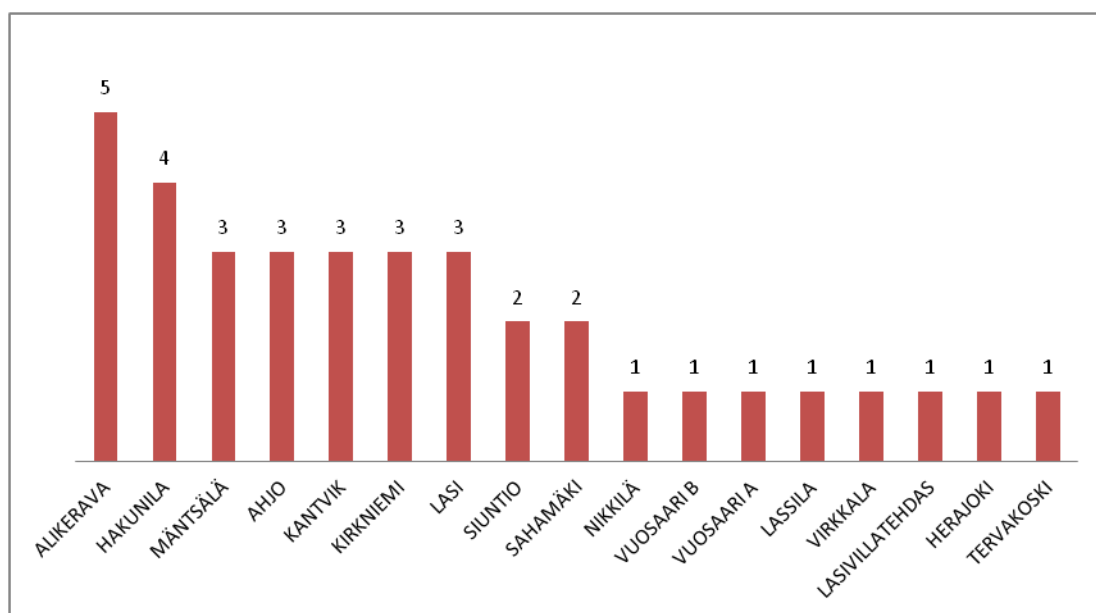
distaa Martinkylää vastaavaksi vaihtamalla painelähetin- ja venttiilinojauslähtöjen ja ylijännitesuojat vanhoista poikittaissuojista uusiin. Samalla voitaisiin uudistaa aseman jännitesyötön ylijännitesuojat.

5.3 PV-asemat

Hyvinkään PV-asemat ovat pääasiassa rakennettu 80-luvulla ja ovat hyvin samanlaisia Tampereen huoltoalueen PV-asemien kanssa. Hyvinkäällä on myös uudempia asemia, esimerkiksi Mäntsälä – Siuntio putken varrella.

Hyvinkään PV-asemat ovat suojaukseltaan hyvinkin samanlaisia Tampereen asemien kanssa. Hyvinkäällä on tosin käytetty PV-asemilla enemmän paineenvähennystilaan asennettavia ylijännitesuojia, joiden tarkoitus on johtaa putkea pitkin tulevat ylijännitteet maihin. Suojan toiminta perustuu kipinävälin ja kaasupurkausputken rinnankytkentään.

Jännitteensyötössä on käytetty LCC:n suojia varsinkin vanhemmilla asemilla. Uudemmissa asemilla suojaus on toteutettu Phoenix Contactin yhdistelmäsuojilla. Vanhempien asemien maadoitukset ovat samanlaisia kuin Tampereella. Uudempien asemien suojaukset ovat riittävällä tasolla. Kuviossa 27 on Hyvinkään huoltoalueen PV-asemien ukkosvaurioiden korjaustyöt kohteittain.



Kuvio 27. Hyvinkään huoltoalueen PV-asemien viat kohteittain.

Toisin kuin Tampereella, Hyvinkään PV-asemien viat koskevat pääasiassa määräkorjaimia ja niiden barriereja. Varsinkin Alikervan, Hakunilan, Ahjon, Mäntsälän ja Kirkniemen asemat ovat kärsineet vuosien varrella määräkorjaimiin ja niiden barriereihin kohdistuneista, ylijännitteiden aiheuttamista, vioista. Muita toistuvia vikoja on ollut Lasin asemalla, jossa on ilmennyt varokeautomaattien laukeamisia. Taulukossa 7 on listattuna Hyvinkään PV-asemien vikatyöt kuvauksineen.

Taulukko 7. PV-asemien vikahistoria.

TUNNUS	NIMI	Kuvaus
21800P	MÄNTSÄLÄ	Määräkorjain x2, 2011. Varokeautomaatti lauennut ja painelähtetimen barrieri, 2011. Määräkorjain ja barrieri, 2012.
23000P	AHJO	RMT Licup, 2004. Määräkorjain, 2005. Määräkorjaimen barrieri, 2008.
23500P	NIKKILÄ	Määräkorjain, 2008.
24800P	ALIKERAVA	Painelähtetin, 2004. Määräkorjain, 2007. Määräkorjain ja barrieri, 2008. MSO Ylijännitesuoja, 2009. Määräkorjaimen barrieri, 2010.
26300P	HAKUNILA	Määräkorjaimen barrieri, 2006. Määräkorjaimen barrieri, 2007. Määräkorjain x2 2007. Määräkorjain, 2008.
26900P	VUOSAARI B	Lämpötilälähtetin, 2011.
27000P	VUOSAARI A	Määräkorjain x4, 2008.
28300P	LASSILA	Määräkorjain, 2004.
31100P	KANTVIK	Varokeautomaatti lauennut, 2001. Varokeautomaatti lauennut, 2001. Varokeautomaatti lauennut, 2002.
31200P	SIUNTIO	Kiertovesipumpun Lämpörele, 2004. Varokeautomaatti lauennut, 2011.
31400P	VIRKKALA	Määräkorjain, 2007
31500P	KIRKNIEMI	Määräkorjain, 2002. Määräkorjaimen barrieri, 2003. Painelähtetin x2 ja barrieri, RMT häiriö, Määräkorjain x2, 2007.
31800P	LASIVILLATEHDAS	Kuumic I/O-kortti, 2010.
32300P	SAHAMÄKI	Varokeautomaatti lauennut, 2007. Määräkorjain, 2011.
32800P	HERAJOKI	Varokeautomaatti lauennut ja määräkorjain, 2004.
38200P	LASI	Varokeautomaatti lauennut, 2002. Varokeautomaatti lauennut, 2008. Varokeautomaatti lauennut, 2009.
38900P	TERVAKOSKI	Varokeautomaatti lauennut, 2005.

5.3.1 Ahjo, Alikerava, Hakunila ja Kirkniemi

Ahjon, Alikeravan ja Hakunilan PV-asemat ovat rakennettu 80-luvun lopulla. Kirkniemen asema on 90-luvun lopulta. Kaikkia asemia yhdistävät viat määräkorjaimien ja niiden barrierien kanssa sekä samanlainen kaasunkulutuksen mittausjärjestelmä, jossa kaasumäärätieto viedään asiakkaalle suoraan määräkorjaimelta parikaapelia pitkin. Asiakkaalle menevä kaapeli saattaa olla vikojen aiheuttajana, sillä se on suojaamaton kaikilla asemilla.

Asemilla on käytetty Hyvinkään huoltoalueella yleistä kipinävälisuojaa paineenvähennystilassa. Suoja on kytketty maadoitusjohtimella kaasuputkeen katodisen suojauksen alaiselta puolelta ja suojan toinen pää on kytketty päämaadoituskiskoon. Vaikka putki on suojattu jokaisella neljästä asemasta, voidaan myös putken kautta tulevia ylijännitteitä pitää mahdollisena.

Muita samankaltaisia asemia Hyvinkään huoltoalueella ovat Vuosaari A:n, Nikkilän ja Sahamäen asemat. Kyseisillä asemilla on ollut yksittäisiä määräkorjaimia koskevia vikoja, mutta myös niiden suojausta voisi harkita ennaltaehkäisevänä toimenpiteenä.

5.3.2 Lasi

Lasin PV asema on rakennettu 80-luvun lopulla. Lasin asemalle on lauennut tarkastelujakson aikana ala-aseman varokeautomaatti kolme kertaa, viimeksi vuonna 2008. Aseman maadoitukset on tehty oikeaoppisesti ja jännitesyötössä on käytetty Phoenix Contactin suoja. Aseman suojauksen tulisi olla vaaditulla tasolla. Asemaa ei välttämättä tarvitse uudistaa vielä. Mikäli varokeautomaatteja vielä jatkossa laukeaa, voitaisiin aseman uudistusta harkita uudelleen.

5.3.3 Mäntsälä

Kuten muutkin Hyvinkään PV-asemat, on Mäntsälän asema rakennettu 80-luvun lopulla. Asemaa on alkanut viime vuosina vaivaamaan määräkorjaimien ja niiden barrierien ja painelähettimien barrierien hajoamiset ukkosella. Lisäksi asemalta on hajonnut asiakkaalle menevän kaapelin suojaerotusreileitä, mutta näitä vikoja ei löytynyt Arttu -kunnossapitojärjestelmästä. Suojaerotusreiden hajoamisesta voi päätellä vikojen tule-

van asiakkaalle menevää kaapelia pitkin. Asiakas saa asemalta paine- ja kaasumäärätietoa. Myös määräkorjaimien sekä määräkorjaimien ja painelähettimien barrierien viat voivat johtua asiakkaan kaapeleista. Toinen mahdollisuus on vikojen tuleminen paineenvähennystilasta. Kaasuputki on maadoitettu epäsuorasti paineenvähennystilassa kipinävälillä.

Parannusehdotuksena suojataan asiakkaalle menevät parikaapelit.

5.4 Yhteenveto Hyvinkään huoltoalueesta

Hyvinkäällä ilmenee hyvin samanlaisia vikoja eri asemilla. Ahjon, Alikeravan, Hakunilan ja Kirkniemen PV-asemia vaivaa määräkorjaimien ja niiden barrierien hajoamiset. Edellä mainittujen PV-asemien kytkennät ovat hyvin samanlaisia, sillä kaikilla asemilla viedään määräkorjaimelta kaasunkulutustietoa suojaamattomalla parikaapelilla suoraan asiakkaalle. Parikaapeliin olisikin hyvä asentaa ylijännitesuojat. Muita mahdollisia uudistettavia kohteita voisivat olla Mäntsälän, Vuosaari A:n, Nikkilän ja Sahanmäen PV-asemat.

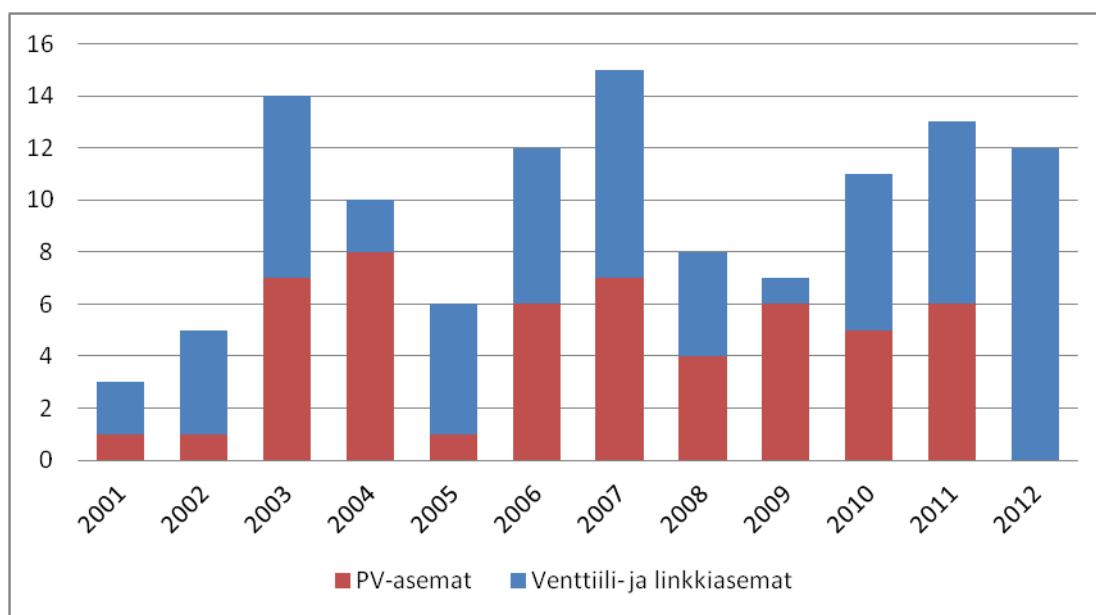
Venttiiliasemista Hämeenlinnan venttiiliasema on selvä ongelmatapaus, sillä painelähettimiä hajoaa vuosittain. Martinkylän venttiiliaseman vuosittaiset viat loppuivat uudistuksen yhteydessä vuonna 2006. Vesterkullan venttiiliasema on hyvin samanlainen kuin Martinkylä oli ennen uudistusta, ja asemaa vaivaavat samanlaiset viat. Martinkylää voikin käyttää vertailukohteena uudistettaessa saman ikäluokan venttiiliasemia, jotka kärsivät samanlaisista ongelmista.

6 KOUVOLAN HUOLTOALUE

Kouvolan huoltoalue sijaitsee Imatran ja Hyvinkään huoltoalueiden välissä. Huoltoalue kattaa 39 PV-asemaa, yhdeksän kaukovalvottua venttiiliasemaa, 36 linkkiasemaa, 32 katodisyöttöasemaa sekä Kiehuvan kompressoriaseman. Kompressoriaseman suojaus käsitellään kappaleessa 8.2.

6.1 Vikahistoria

Kouvolan huoltoalueen ukkosvaurioiden aiheuttamien korjaustöiden vuosittainen kehitys tarkastelujakson aikana on kuvattuna kuviossa 28. Vertailtaessa vikahistorian kehitystä muihin huoltoalueisiin, nähdään Kouvolan huoltoalueen olevan muita huoltoalueita vikaherkempi.

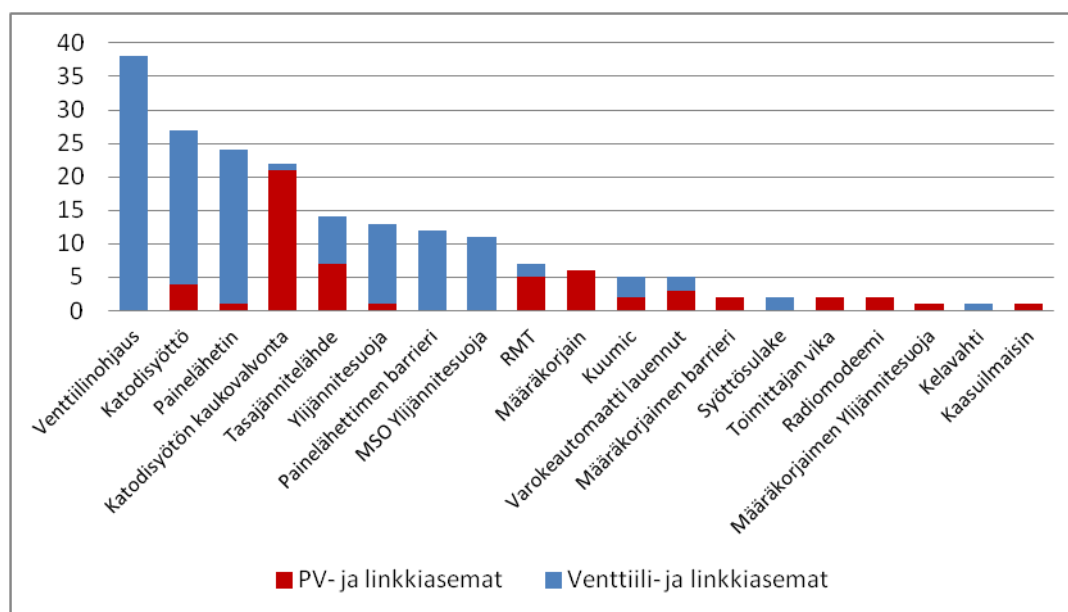


Kuvio 28. Kouvolan huoltoalueen vikahistorian kehitys.

Kouvolan venttiiliasemilla on ollut tarkastelujakson aikana yhteensä 64 ukkosvaurioiden korjaustyötä ja Kouvolassa on yhteensä yhdeksän kaukovalvottua venttiiliasemaa. Vertailun vuoksi Hyvinkään 11 kaukovalvottua venttiiliasemaa ovat työllistäneet sähköistä kunnossapitoa ukkosvaurioiden osalta yhteensä 38 kertaa. Kouvolan tapauksessa on ilmennyt seitsemän vikaa venttiiliasemaa kohden, kun Hyvinkäällä ollaan selvitty hieman yli kolmella vialla asemaa kohden. Varsinkin vuosi 2012 on ollut erittäin synkkä vuosi venttiiliasemien osalta: venttiiliasemat ovat työllistäneet kunnossapitoa 12 kertaa vuonna 2012.

Myös Kouvolan PV-asemat ovat työllistäneet sähköistä kunnossapitoa runsaasti. Kouvolan huoltoalueen PV-asemien vikahistoriaa vääristää muihin huoltoalueisiin vertailtaessa se, että Kouvolassa on kirjattu myös katodisuojausten kaukovalvontajärjestelmään liittyvät viat. Esimerkiksi Hyvinkään huoltoalueella on kaukovalvontajärjestelmässä tehovastus, jonka tarkoituksena on hajota transientin seurauksena ja näin suojata kyseistä laitetta. Hyvinkäällä ei näitä vikoja ole yleisesti kirjattu Arttu - kunnossapitojärjestelmään, Kouvolassa taas on viat yleisesti kirjattu Arttuun.

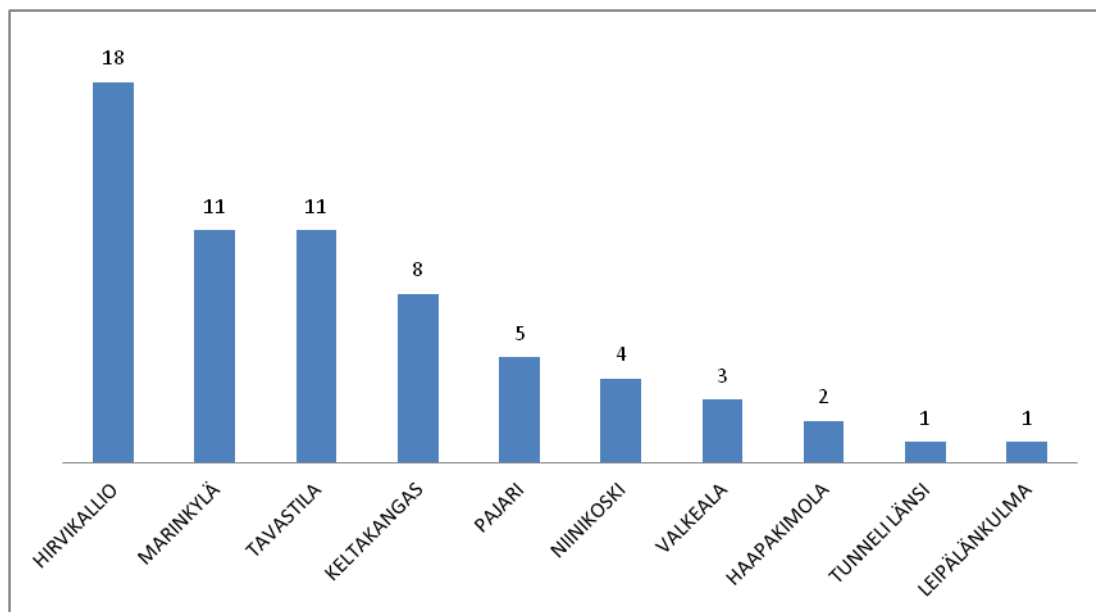
Kuviossa 29 on kuvattuna huoltoalueen vikahistoria eriteltynä ukkosen seurauksena hajonneiden laitteiden ja vikojen mukaan. Myös tässä tapauksessa Kouvola eroaa muista huoltoalueista, sillä Kouvolassa on ilmennyt muista alueista poiketen paljon erilaisia vikoja. Suurin osa Kouvolan ukkosvaurioista kohdistuu laitteistoihin, jotka ovat kaasuputkiston välittömässä läheisyydessä, kuten venttiilinohausjärjestelmät, määräkorjaimet ja painelähtetimet sekä niiden barrierit. Kouvolassa on hajonnut myös tasajännitelähteitä, joka kielii asemien jännitesyötön suojauksen olevan puutteellinen.



Kuvio 29. Kouvolan huoltoalueen vikahistoria.

6.2 Venttiiliasemat

Kuviossa 30 on kuvattuna Kouvolan huoltoalueen venttiiliasemiin kohdistuneiden ukkosvaurioiden määrä kohteittain. Kuviosta on jätetty pois asemat, joilla vikoja ei ole ilmennyt.



Kuvio 30. Kouvolan huoltoalueen venttiili- ja linkkiasemien viat kohteittain.

Kouvolan huoltoalueella on ilmennyt vikoja lähes kaikilla kaukovalvotuilla venttiili-asemilla, mutta Hirvikallio on ylivoimaisesti vikaherkin. Muita ongelmia-alueita ovat Pajari, Valkeala, Keltakangas, Marinkylä, Tavastila ja Niinikoski.

Taulukossa 8 on listattuna Kouvolan venttiili-asemien viat kuvauksineen tarkastelujakson ajalta.

Taulukko 8. Kouvolan huoltoalueen venttiili- ja linkkiasemien vikahistoria kuvauksineen.

TUNNUS	NIMI	Kuvaus
07900V	HIRVIKALLIO	Painelähetin x2 2001. Panielähetin x2, 2002. Panielähetin ja barrieri, 2002. Panielähetin, 2003. Katodisyötön sulake ja ylijännitesuoja, 2005. Panielähettimen barrieri ja katodisyötön ylijännitesuoja, 2005. Tasajännitelähde, 2006. Venttiilinohjauksen suojadiodi, 2007. Katodisyötön kaukovalvonta ja painelähettimen barrieri, 2007. Katodisyötön sulake ja ylijännitesuoja, 2007. Panielähettimen barrieri, 2008. Katodisyötön sulake, 2008. Venttiilinohjauksen suojadiodi x2, katodisyötön sulake ja ylijännitesuoja, 2010. Jännitesyötön sulake x2 (25 A&16 A), katodisyötön sulake ja painelähettimen barrieri, 2010. Kelavahtikortti, 2010. Venttiilinohjauksen suojadiodi x3, MSO Ylijännitesuoja x2, 2011. Tasajännitelähteen ohjausyksikkö, painelähettimen barrieri, katodisyötön sulake ja ylijännitesuoja, 2012. MSO Ylijännitesuoja x2, venttiilinohjauksen suojadiodi, painelähettimen barrieri ja katodisyötön ylijännitesuoja, 2012.

08200V	PAJARI	Katodisyötön sulake, 2003. Katodisyötön sulake, 2006. Tasajännitelähde, 2007. Painelähetin, Kuumic Power, venttiilinohjauksen rajakytkin x2, 2007. Painelähetin x3, Venttiilinohjauksen rajakytkin, 2008.
08700V	VALKEALA	Venttiilinohjauksen rajakytkin, 2002. Painelähetin x2, 2005. Painelähetin, 2012.
09000V	KELTAKANGAS	Painelähetin, 2001. Painelähetin ja katodisyötön syöttösulake, 2003. Venttiilinohjauksen kela, 2003. Venttiilinohjauksen kela, 2005. RMT Prodi ja Licup, 2011. Venttiilinohjauksen kela ja suojadiodi, 2011. Venttiilinohjauksen rajakytkin, 2012. Venttiilinohjauksen kela ja suojadiodi, 2012.
09500V	MARINKYLÄ	Painelähetin, 2003. Ala-aseman yjs, 2006. Venttiilinohjauksen suojadiodi, 2006. Varokeautomaatti lauennut, 2009. Varokeautomaatti lauennut, venttiilinohjauksen rajakytkin, kela ja suojadiodi, 2010. Venttiilinohjauksen kela ja suojadiodi, 2010. Katodisyötön sulake ja ylijännitesuoja x4, 2011. Venttiilinohjauksen suojadiodi, kela-vahti, 2011. Venttiilinohjauksen suojadiodi, MSO Ylijännitesuoja, 2012. MSO Ylijännitesuoja, 2012. Kuumic CPU ja ADA, 2012.
09800V	TAVASTILA	Venttiilinohjauksen rajakytkin, 2002. Painelähetin, 2003. Venttiilinohjauksen rajakytkin ja barrieri, 2004. Venttiilinohjauksen rajakytkin x2, 2005. Venttiilinohjauksen rajakytkin ja barrieri, 2007. Venttiilinohjauksen rajakytkin x2, 2007. Venttiilinohjauksen barrieri, 2007. Venttiilinohjauksen rajakytkin, 2008. Painelähetin, 2012. Painelähetin, 2012. Painelähettimen barrieri x3, 2012.
17500V	TUNNELI LÄNSI	Venttiilinohjauksen kela, 2011.
17900V	HAAPAKIMOLA	Katodisyötön sulake, Tasajännitelähde, 2004. Tasajännitelähde, 2011.
18400V	NIINIKOSKI	Katodisyötön syöttösulake, 2003. Katodisyötön syöttösulake, 2006. Painelähetin, 2006. Painelähetin x3 ja barrieri, Painelähettimen barrieri, MSO Ylijännitesuoja x5, Tasajännitelähde, 2012.
18500V	LEIPÄLÄNKULMA	Tasajännitelähde, 2010.

6.2.1 Hirvikallio ja Pajari

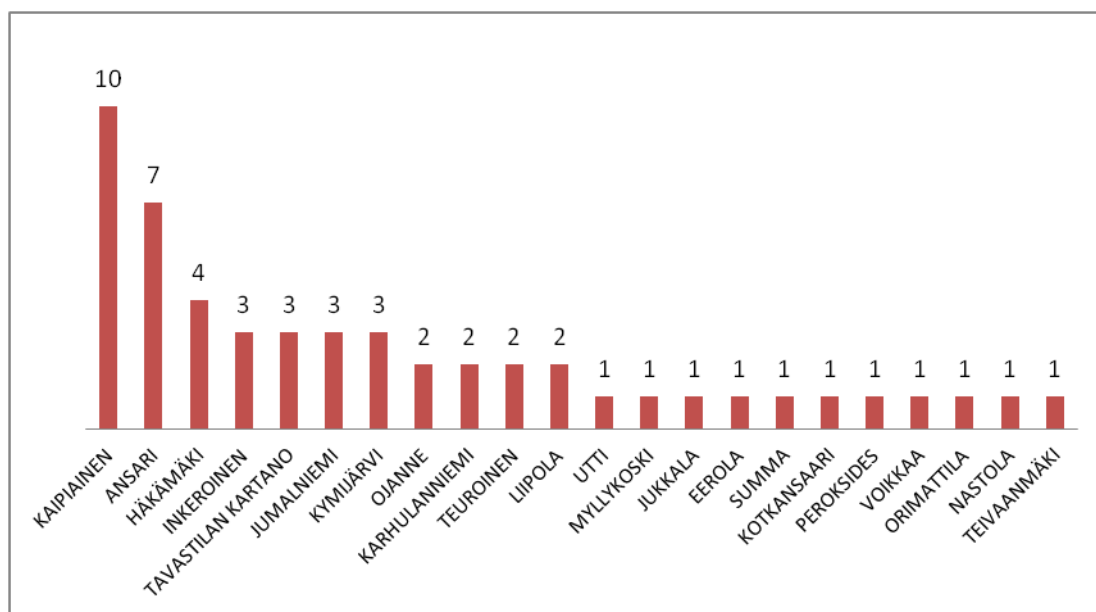
Hirvikallio ja Pajari ovat samankaltaisia venttiiliasemia. Molemmilla asemilla on linkkimasto ja katodisyöttöasema. Asemien viat ovat olleet suhteellisen samanlaisia, tosin

Hirvikallio on ollut Pajaria vikaherkempi. Viat ovat koskeneet molemmilla asemilla pääasiassa kentälaitteita ja katodisyöttöasemaa.

Molemmilla asemilla on tehty uudistuksia viime vuosina. Asemille on asennettu Phoenix Contactin ylijännitesuojat venttiilikentälle sijoitettuihin Ex-kytkentäkoteloihin suojaamaan venttiilinohtausta ja painelähtimiä. Pajarissa on käytetty kelluvaan piiriin tarkoitettua riviliitin ylijännitesuojaa ja Hirvikalliossa Plugtrabeja. Hirvikalliossa ylijännitesuojista on muodostunut vain yksi vaurioitunut kohde lisää venttiilinohtauskelojen rinnalle, kun taas Pajarissa ei ole ilmennyt vikoja uudistuksen jälkeen.

6.3 PV-asemat

Kuviossa 31 on kuvattuna PV-asemien ukkosvaurioiden aiheuttamat korjaustyöt kohteittain. Kuvioista on jätetty pois asemat, joilla ei ole ilmennyt vikoja.



Kuvio 31. Kouvolan huoltoalueen PV-asemien viat kohteittain.

Kouvolan pahimmat ongelmatapaukset ovat Ansarin ja Kaipiaisen PV-asemat. Eniten ukkosvaurioiden osalta Kouvolassa työllistävä järjestelmä on katodisyötön kaukovalvonta. Kouvolassa on hajonnut myös paljon tasajännitelähteitä, mikä johtunee puutteellisista jännitesyötön ylijännitesuojista. Suurimmalla osalla asemista jännitesyöttö on suojattu vanhoilla LCC:n suojilla. Taulukossa 9 on listattuna Kouvolan huoltoalueen PV-asemien ukkosvaurioiden korjaustyöt kuvauksineen.

Taulukko 9. Kouvolan huoltoalueen PV-asemien vikahistoria kuvauksineen.

TUNNUS	NIMI	Kuvaus
07700P	ANSARI	Katodisyötön kaukovalvonta, 2004. Katodisyötön kaukovalvonta, 2004. Katodisyötön kaukovalvonta, 2004. Katodisyötön kaukovalvonta, 2004. Katodisyötön kaukovalvonta, 2010. Katodisyötön kaukovalvonta, 2011. Katodisyötön kaukovalvonta, 2011.
08300P	KAIPIAINEN	Tasajännitelähde, 2003. RMT Licup ja ADA, 2004. Tasajännitelähde, 2005. Katodisyötön kaukovalvonta, 2007. Katodisyötön kaukovalvonta, 2008. Tasajännitelähde, 2009. Katodisyötön kaukovalvonta, 2009. Katodisyötön kaukovalvonta, 2010. Tasajännitelähde, Katodisyötön kaukovalvonta, 2010. Katodisyötön kaukovalvonta, 2011.
08350P	UTTI	Määräkorjaimen ylijännitesuoja, 2006.
08400P	HÄKÄMÄKI	Toimittajan vika, 2001. Katodisyötön kaukovalvonta, 2006. Katodisyötön ylijännitesuoja, 2008. Katodisyötön ylijännitesuoja, 2009.
08900P	MYLLYKOSKI	Katodisyöttö vika, 2003.
09150P	JUKKALA	Varokeautomaatti lauennut, 2011.
09200P	INKEROINEN	Katodisyötön kaukovalvonta, 2003. Katodisyötön kaukovalvonta, 2003. Katodisyöttö koko syöttöasema rikki, 2011.
10000P	TAVASTILAN KARTANO	Kaasuilmaisin, 2007. Varokeautomaatti lauennut, 2010. Varokeautomaatti lauennut, 2011.
10900P	EEROLA	Asiakaskaapelin suojaerotusmuunnin, 2004.
11200P	SUMMA	Kuumic CPU, 2007.
11500P	OJANNE	Kuumic ADA, 2008. Tasajännitelähde, 2008.
12200P	KARHULANNIEMI	RMT Licup, 2003. Radiomodeemi, 2003.
13000P	JUMALNIEMI	Katodisyötön kaukovalvonta, 2006. Määräkorjain, 2009. Katodisyötön kaukovalvonta, 2009.
14100P	KOTKANSAARI	Määräkorjain, 2007.
16900P	PEROKSIDES	RMT ADA, 2002.
17000P	VOIKKAA	Radiomodeemi, RMT Modeemi, Tasajännitelähde, Kaasukattilan ohjelmarele, 2004.
17600P	TEUROINEN	Katodisyötön kaukovalvonta, 2006. Katodisyötön kaukovalvonta, 2007.
18700P	ORIMATTILA	Katodisyötön kaukovalvonta, 2003.
19200P	NASTOLA	Määräkorjaimen barrieri, 2007.

19400P	LIIPOLA	Määräkorjain, 2007. Määräkorjain ja barrieri, 2009.
20100P	TEIVAANMÄKI	Painelähetin, 2004.
20700P	KYMIJÄRVI	Tasajännitelähde ja määräkorjain, 2006. Määräkorjain, 2006. Toimittajan vika, 2010.

Katodisyötön kaukovalvonnan ongelmia on ilmennyt Ansarin, Kaipiaisen, Häkämäen, Inkeröisen, Jumalniemen, Teuroisen, Orimattilan sekä Nastolan asemilla. Katodisyötön kaukovalvonnan ongelmat voitaisiin ratkaista suojaamalla kaukovalvontajärjestelmän ja putken välinen kaapeli tai mahdollisesti parantamalla jännitteensyötön suojauksen tasoa.

Tasajännitelähteitä on hajonnut Kaipiaisen asemalle neljä, Ojanteen asemalla yksi sekä Kymijärven asemalla yksi. Kyseisten asemien jännitesyötön ylijännitesuojat ovat vanhoja joko LCC:n tai ABB:n suojia, joiden toimintakunto voidaan kyseenalaistaa. Varsinkin Kaipiaisen tapauksessa tulisi aseman jännitesyötön suojaus uudistaa.

Määräkorjaimia on hajonnut Jumalniemen, Kotkansaaren, Liipolan ja Kymijärven PV-aseilla. Kymijärven ja Liipolan asemilla on hajonnut useampi määräkorjain. Liipolas-
sa on asiakkaan kaapelit kytketty suoraan määräkorjaimeen, Kymijärvessä taas asiakas-
kaapeli on erotettu määräkorjaimesta suojaerotusmuuntajalla. Parannusehdotuksena
Liipolan asiakaskaapelin voisi suojata ylijännitesuojalla. Lisäksi asemien jännitesyötön
suojauksen voisi uudistaa ja paineenvähennystilasta tulevat kaapelit voisi suojata.

6.4 Yhteenveto Kouvolan suojauksesta

Melkein jokainen Kouvolan alueen venttiiliasemista kaipaa uudistusta. Hirvikallion ja Pajarin venttiiliasemien kenttälaitteita suojaamaan asennetut ylijännitesuojat eivät ole vaikuttaneet merkittävästi kenttälaitteiden vikoihin. Syynä saattaa olla asemien puutteellinen maadoitus ja potentiaalintasaus: ylijännitesuojat eivät kykene toimimaan kunnolla ilman kunnollista potentiaalintasausta ja maadoitusta. Asemien venttiilikenttien potentiaalintasausta ja maadoitusta voisikin parantaa.

Venttiilikentän potentiaalintasauksen ja maadoituksen lisäksi tulisi miettiä katodisyöttö-
aseman suojausta. Mikäli katodisyöttöasemaa ei pystytä suojaamaan kapasitiiviselta
kytkeytymiseltä, voitaisiin sen siirtoa kauemmaksi linkkimastosta harkita.

Kouvolan PV-asemien jännitesyötön suojaus on yleisesti puutteellinen. Asemilla ei ole myöskään maadoitettu kaasuputkea epäsuorasti. Nämä kaksi seikkaa ovat luultavasti suurimmat tekijät huoltoalueen vikojen takana. Kouvolassa hajoaa asemien toiminnan kannalta kriittisiä laitteita, kuten määräkorjaimia ja tasajännitelähteitä. PV-asemat kärsivät myös katodimittauksen kaukovalvonnan ongelmista, joka ei ole yhtä vakava ongelma aseman toiminnan kannalta, mutta työllistää silti kunnossapitoa.

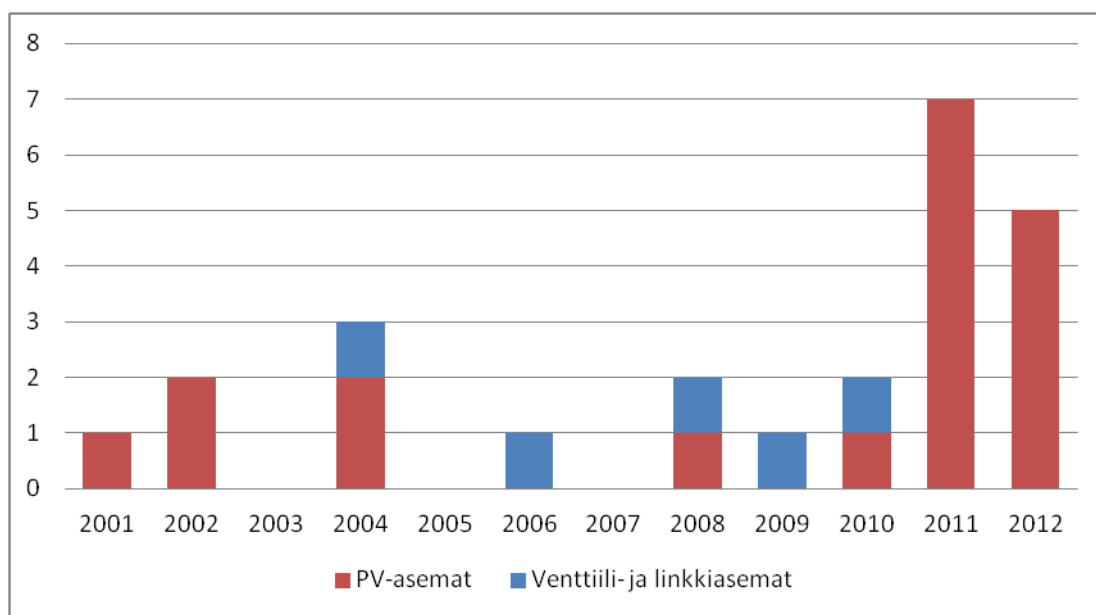
Asemien suojausta tulisi yleisesti parantaa vaihtamalla ongelmapaikkojen jännitesyötön ylijännitesuojat uusiin, suojaamalla Kymijärven ja Liipolan asemilla paineenvähennystilasta tulevat kaapelit tai vaihtoehtoisesti maadoittamalla kaasuputki epäsuorasti.

7 IMATRAN HUOLTOALUE

Imatran huoltoalue on Gasum Oy:n itäisin huoltoalue. Imatran huoltoalueella on 25 PV-asemaa, kolme kaukovalvottua venttiiliasemaa, 21 linkkiasemaa ja 16 katodisyöttöasemaa sekä myös Räikkölän kompressoriasema, jonka suojausta käsitellään osiossa 8.1.

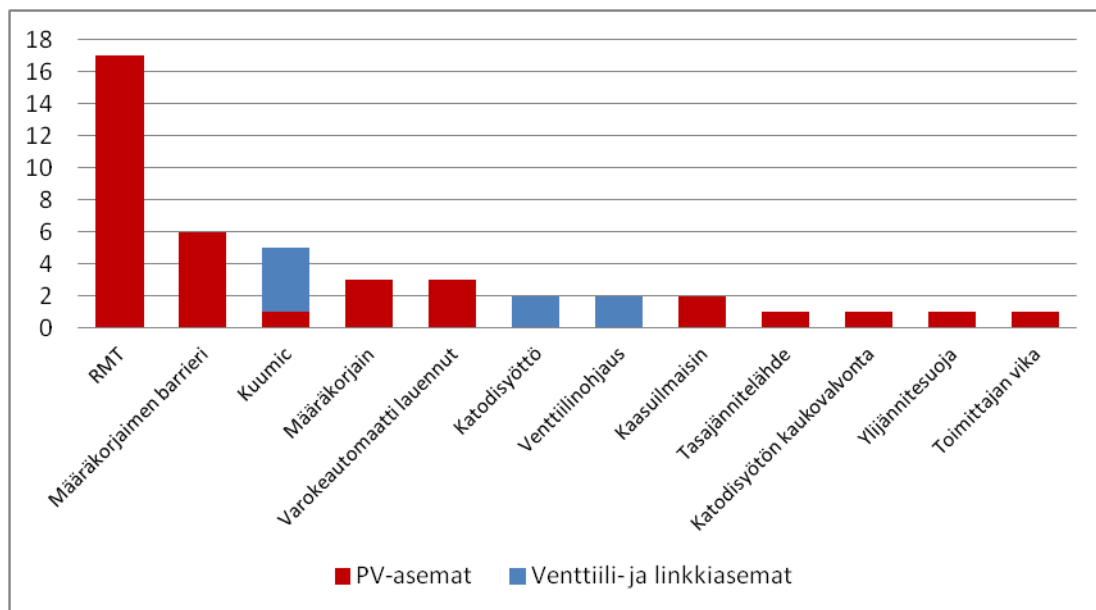
7.1 Vikahistoria

Imatran huoltoalueen PV-asemien viat ovat kasvaneet vuoden 2010 jälkeen huomattavasti, sillä ennen vuotta 2011 ilmeni huoltoalueella vain satunnaisia ukkosvaurioita. Alueella on vain kolme kaukovalvottua venttiiliasemaa, joilla on ilmennyt vikoja satunnaisesti tarkastelujakson aikana. Kuviossa 32 on kuvattuna Imatran huoltoalueen vikahistoria tarkastelujakson aikana.



Kuvio 32. Imatran huoltoalueen vikahistorian kehitys.

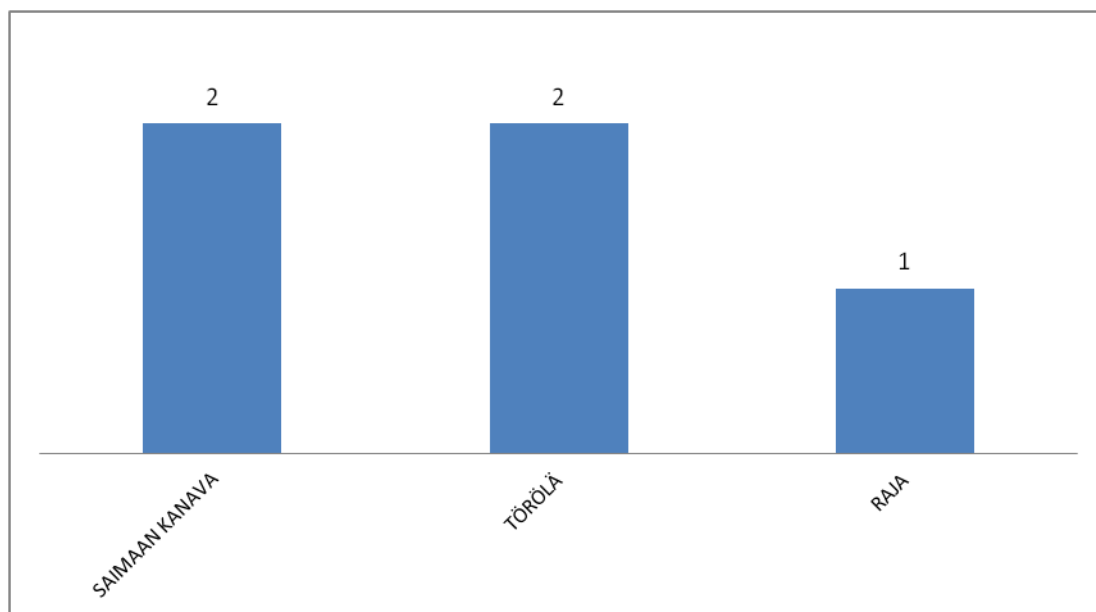
Imatran PV-asemia vaivaavat ylivoimaisesti eniten ala-asemien viat. Muita vikoja on ilmennyt määräkoraajimien ja kaasuilmaisimien kanssa. Venttiiliasemilla on ollut ongelmia perinteisten katodisyötön ja venttiilinojhausjärjestelmän vikojen lisäksi Kuumin ala-aseman kanssa. Kuviossa 33 on Imatran huoltoalueen vikahistoria eriteltynä vikojen mukaan.



Kuvio 33. Imatran huoltoalueella hajonneet laitteet.

7.2 Venttiiliasemat

Imatran huoltoalueella on vain kolme kaukovalvottua venttiiliasemaa, jotka on rakennettu 70-luvulla. Venttiiliasemista Saimaan kanava on kuitenkin uudistettu 2000-luvulla. Jokaisella asemalla on ilmennyt ukkosvaurioita, kuten selviää kuviossa 34 olevasta venttiiliasemien vikahistoriasta.



Kuvio 34. Imatran huoltoalueen venttiiliasemilla ilmenneet ukkosen aiheuttamat viat kohteittain.

Imatran huoltoalueen venttiiliasemista mikään ei ole varsinainen ongelmatapaus. Kahdella asemalla on kuitenkin ilmennyt toistuvia ongelmia: Saimaan kanavalla on hajonnut kaksi venttiilinoitusjärjestelmän rajakytkintä ja Törölässä on ollut ongelmia katodisyötön syöttösulakkeiden kanssa. Rajan aseman ala-asema sai pahan iskun vuonna 2009 ja ala-asemalta hajosi lähes kaikki kortit ja korttikehikko. Imatran huoltoalueen venttiiliasemien viat kuvauksineen löytyvät taulukosta 10.

Taulukko 10. Venttiiliasemien viat kohteittain.

TUNNUS	NIMI	Kuvaus
00100V	RAJA	Kuumic Power, ADA, CPU, modeemi ja Korttikehikko, 2009
05500V	SAIMAAN KANAVA	Venttiilinoitusjärjestelmän rajakytkin, 2004. Venttiilinoitusjärjestelmän rajakytkin, 2008.
07400V	TÖRÖLÄ	Katodisyötön sulake, 2006. Katodisyötön sulake, 2010

7.2.1 Raja

Rajan kaukovalvottu venttiiliasema sijaitsee Räikkölän kompressoriaseman läheisyydessä ja on yhteydessä Räikkölään suojaamattoman maassa kulkevan tietoliikennekaapelin välityksellä. Tietoliikennekaapelia lukuun ottamatta aseman suojaus on kunnossa: kaikki kentältä tulevat kaapelit on suojattu poikittaissuojilla ja Phoenix Contactin Plugtrabeilla.

Venttiiliaseman suojausta voisi parantaa helposti ja yksinkertaisesti suojaamalla Räikkölän ja Rajan välisen tietoliikennekaapelin venttiiliaseman keskuksessa.

7.2.2 Saimaan kanava

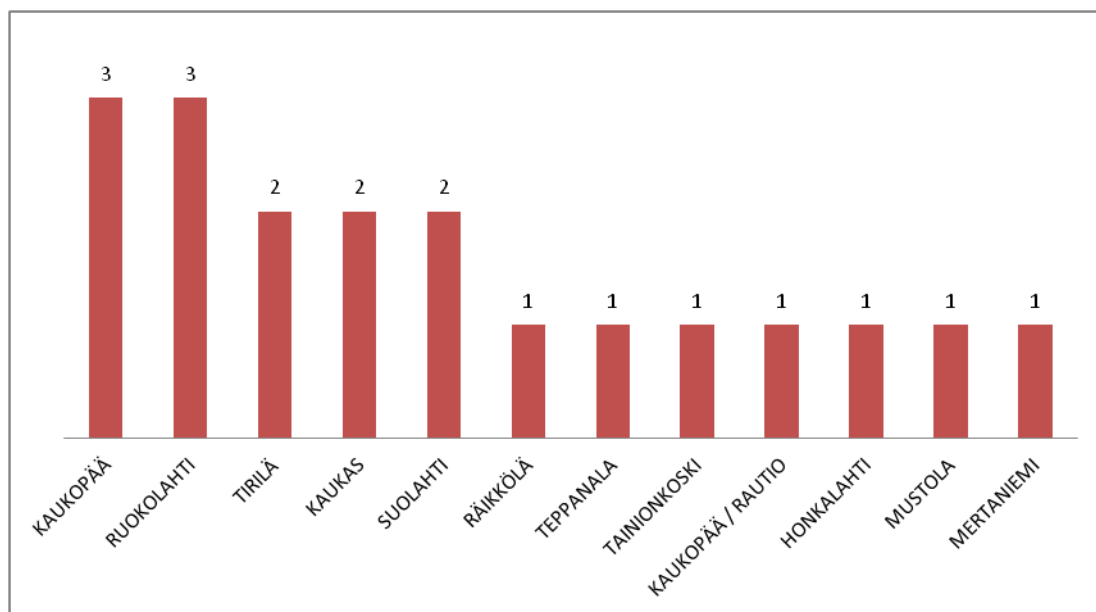
Saimaan kanavalla on kaukovalvottu venttiiliasema ja etäämmällä mäen päällä sijaitseva linkkimasto ja linkkikoppi. Linkkiaseman ylijännitesuojaus on hiljattain uudistettu, eikä itse linkkiasemalla ole ilmennyt vikoja tarkastelujakson aikana. Venttiiliasemalla on kuitenkin hajonnut kaksi venttiilinoitusjärjestelmän rajakytkintä, edellinen vuonna 2008. Parannuksena suojaukseen voitaisiin venttiiliasemalle rakentaa suojauksen linkkiaseman ja venttiiliaseman väliseen kaapeliin.

7.2.3 Törölä

Törölän venttiiliaseaman viat ovat koskeneet ainoastaan aseman yhteydessä olevaa katodisyöttöasemaa. Katodisyöttöaseman syöttösulake on palanut ukkosen seurauksena kaksi kertaa, vuosina 2006 ja 2010. Syöttöaseman suojauksen voisi uudistaa.

7.3 PV-asemat

Imatran PV-asemat ovat suurimmaksi osin 70-luvulta. Asemien iän vuoksi niiden suojauksen taso on yleisesti heikko. Esimerkiksi paineenvähennystilasta tulevia mittaus- ja ohjaussignaalituloja ei ole suojattu ja asemilla on puutteita maadoituksessa ja potentiaalintasauksessa. Etenkin paineenvähennystilan potentiaalintasaukset ovat puutteellisia. Asemilla ei ole myöskään minkäänlaisia suojia kaasuputkessa. Kuviossa 35 on Imatran PV-asemien ukkosvaurioiden korjaustyöt kohteittain tarkastelujakson ajalta. Kuviossa ei ole kohteita, joilla ongelmia ei ole ilmennyt.



Kuvio 35. Imatran huoltoalueen PV-asemien vikahistoria kohteittain.

Viime vuosina on Imatran PV-asemia alkanut vaivata uudentyyppiset viat. Kuten kuvio 35 huomaa, ovat vierekkäin sijaitsevat Kaukopään ja Ruokolahden PV-asemat huoltoalueen vikaherkimmät. Kaukopään ja Ruokolahden ala-asemien kanssa ilmenneiden ongelmien lisäksi on ilmennyt kaasuilmaisinjärjestelmän vikoja Kaukaan ja Mustolan asemilla sekä määräkorjaimia on hajonnut Tirilän ja Suolahden asemilla. Taulukossa 11 on listattuna huoltoalueen vikatyöt kuvauksineen.

Taulukko 11. Huoltoalueen PV-asemien viat kohteittain.

TUNNUS	NIMI	Kuvaus
00200P	RÄIKKÖLÄ	Tasajännitelähde, 2002.
01000P	TEPPANALA	Katodisyötön kaukovalvonta ylijännitesuoja, 2010.
02800P	TAINIONKOSKI	Määräkorjaimen barrieri, 2004.
03400P	KAUKOPÄÄ / RAUTIO	Kuumic Modeemi, 2012.
03800P	KAUKOPÄÄ	RMT Licup ja modeemi, Määräkorjaimen barrieri, 2011. Tietoliikenne ylijännitesuoja, RMT Licup, ADA, modeemi, Prodi, 2011. RMT Licup, ADA, modeemi ja Prodi, Määräkorjaimen barrieri, 2012.
04000P	RUOKOLAHTI	RMT Pria G 10 ja Prodi, 2011. Tietoliikenne ylijännitesuoja, RMT Licup, ADA, modeemi, Prodi, 2011. RMT ADA, 2012.
05200P	HONKALAHTI	Määräkorjaimen barrieri, 2002.
05600P	MUSTOLA	Kaasuilmaisin vika, 2011.
05800P	TIRILÄ	Määräkorjaimen barrieri ja varokeautomaatti lauennut, 2008. Määräkorjain, 2012.
05900P	KAUKAS	Varokeautomaatti lauennut, 2011. Varokeautomaatti lauennut ja kaasuilmaisin vika, 2012.
07200P	SUOLAHTI	Toimittajan vika, 2001. Määräkorjain ja barrieri, 2011.
07300P	MERTANIEMI	Määräkorjaimen pulssivahvistin, 2004.

7.3.1 Kaukopää ja Ruokolahti

Ruokolahden asemalla ongelmat ovat liittyneet pääasiassa RMT:n ala-asemaan. Kaukopäällä on hajonnut ala-aseman vikojen lisäksi myös määräkorjaimen barriereita. Asemilla ei ole ilmennyt vikoja ennen vuotta 2011, joten mahdollisia ympäristöllisiä muutoksia tulee pohtia.

Kaukopään asema sijaitsee paperitehtaan alueella ja on yhteydessä maassa kulkevan tietoliikennekaapelin avulla Ruokolahteen, jossa olevan radiolinkin kautta asemat ovat yhteydessä Räikkölään. Asemien viat ilmenevät aina samaan aikaan, joten kaapelin osallisuutta vikoihin voidaan epäillä samoin kuin Tampereen Lielahden asemilla. Kaapeli kulkee hyvin läheltä paikallisen sähkölaitoksen muuntajakenttää.

Kaapelia ei ole suojattu ylijännitesuojin Kaukopään asemalla. Ruokolahdessa on käytetty poikittaissuojasta kaapelin suojana. Kaukopään asemalta lähtee myös asiakkaalle

suojaamattomia parikaapeleita. Asiakkaalle menevien tietoliikennekaapelien suojausta tulisi harkita. Kaukopään asemalle tulisi asentaa suojaus asemien väliseen tietoliikennekaapeliin. Ruokolahden PV-asemalla voitaisiin asemien välisen tietoliikennekaapelin suojaus uudistaa.

7.3.2 Kaukas, Mustola, Tirilä ja Suolahti

Kyseisillä asemilla on ilmennyt ongelmia määräkorjaimien ja kaasuilmaisimien kanssa. Molemmat näistä ovat järjestelmiä, jotka ovat suoraan yhteydessä paineenvähennystilaan. Voi olla mahdollista, että ylijännitteet indusoituvat joko suoraan kaasuputkesta tai kaasuputken kanssa kosketuksissa olevien komponenttien kaapeleista kyseisten järjestelmien kaapeleihin ja siten aiheuttavat laitteiden hajoamisia.

Toinen asemien järjestelmiä yhdistävä tekijä on asiakkaalle parikaapelia pitkin vietävät kaasunkulutus- ja kaasuvuotohälytystiedot. Hyvinkään huoltoalueen ongelmapaikoissa, joissa ilmenee samanlaisia ongelmia on asiakaskaapelit kytketty samalla tavalla.

Parannuksena tämänhetkiseen tilanteeseen voitaisiin kyseiset kaapelit suojata ylijännitesuojin sekä rakentaa asemien paineenvähennystilaan kaasuputkelle ylijännitesuojaus. Myös paineenvähennystilasta tulevat kaapelit voisi suojata ylijännitesuojin barrierikotelossa.

7.4 Yhteenveto Imatran huoltoalueesta

Imatran huoltoalueen ongelmatapauksia ovat Ruokolahden ja Kaukopään asemat, joilla on ilmennyt viime vuosina toistuvia ongelmia ala-asemien kanssa. Ruokolahden ja Kaukopään ylijännitesuojaus on uudistettava ainakin asemien välisen kaapelin osalta. Lisäksi Kaukopäähän asiakkaalta tulevat parikaapelit olisi hyvä suojata ylijännitesuojin.

Kaukaalla, Mustolassa, Tirilässä ja Suolahdessa ilmenneet ongelmat ovat toistaiseksi olleet vain yksittäisiä ukkosen aiheuttamia vikoja, mutta uudistettujen järjestelmien vuoksi asemien viat eivät välttämättä jää yksittäisiksi.

Rajan venttiiliasemalle voisi asentaa ylijännitesuojan ainakin aseman ja Räikkölän väliseen tietoliikennekaapeliin vaikka vikoja ei olekaan ilmennyt kuin yksi vuonna 2009.

Vuoden 2009 rytäkässä hajosi kuitenkin ala-aseman kaikki kortit ja koko korttiyksikkö, jotka ovat kriittisiä aseman toiminnan kannalta. Ylijännitesuoja olisi helppo asentaa asemalla olevaan keskukseen ja näin voitaisiin parantaa aseman suojauksen tasoa huomattavasti.

Saimaan kanavan linkkiaseman suojaus on uudistettu asianmukaiseksi, mutta venttiilikentän venttiilinohjauksen rajakytkin on hajonnut jo kahdesti. Tulevilta ongelmilta voitaisiin välttyä suojaamalla kenttälaitteet myös venttiilikentällä.

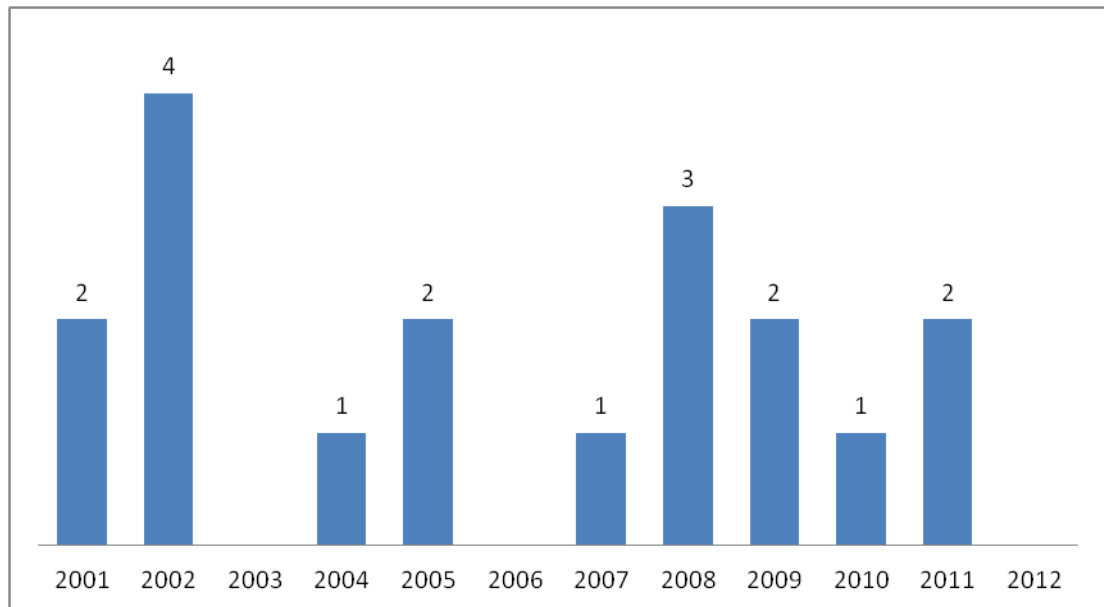
8 KOMPRESSORIASEMAT

8.1 Räikkölän kompressoriasema

Räikkölän kompressoriasema sijaitsee Imatralla. Räikkölässä on myös linkkiasema ja linkkimasto. Linkkimaston kaapeli vaihdettiin valokuiduksi jatkuvien ylijännitteistä aiheutuneiden ongelmien vuoksi.

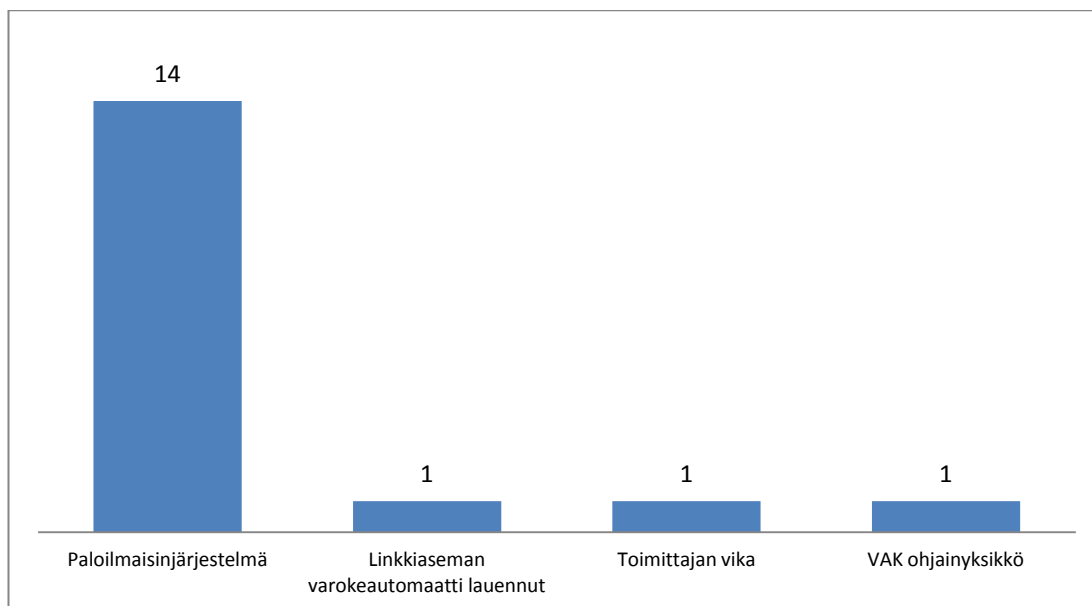
8.1.1 Vikahistoria

Alla olevassa kuviossa 36 on kuvattuna kompressoriasemalla ilmenneiden ukkosen aiheuttamien vikatöiden kehitys vuosien 2001 ja 2012 välillä.



Kuvio 36. Räikkölän kompressoriaseman vikahistorian kehitys.

Ukkosen aiheuttamat viat ovat lähes jokavuotinen ongelma Räikkölän kompressoriasemalla. Tutkittaessa alla olevaa kuviota 37 voidaan todeta aseman paloilmoinjärjestelmän olevan Räikkölän vikaherkin järjestelmä.



Kuvio 37. Räikkölän kompressoriaseman ukkosvauriot.

8.1.2 Paloilmaisinjärjestelmä

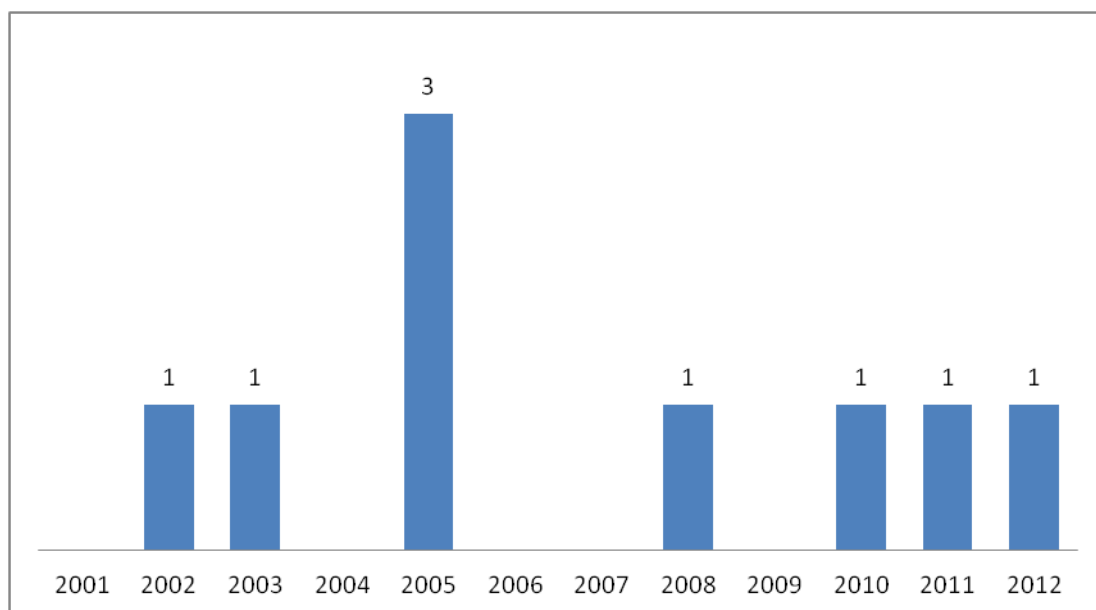
Eniten ongelmia aiheuttaa kemikaalivaraston paloilmaisin. Kemikaalivaraston paloilmaisinjärjestelmä on suojattu ylijännitesuojin. Varaston muita sähköjärjestelmiä ei ole suojattu mitenkään, joten ylijännitteet voivat tulla mahdollisesti muista sähköjärjestelmistä. Kemikaalivaraston jännitteensyötön suojauksen voisi uudistaa. Toinen mahdollinen syy on puutteellinen potentiaalintasaus ja maadoitus.

8.2 Kiehuvan kompressoriasema

Kiehuvan kompressoriasema sijaitsee Gasumin Kouvolan luonnonkaasukeskuksen yhteydessä.

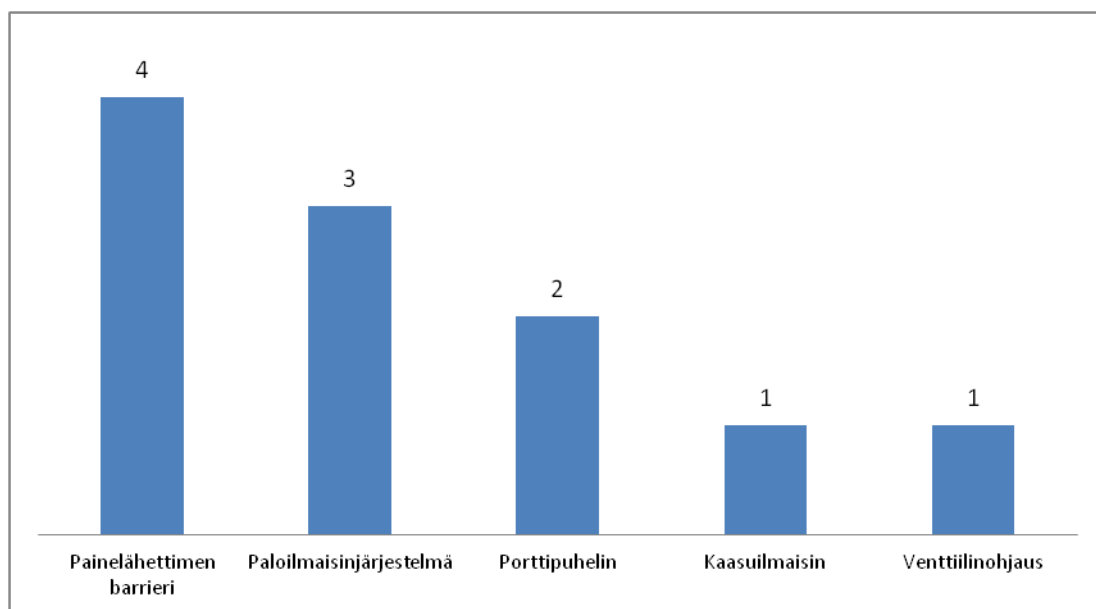
8.2.1 Vikahistoria

Kiehuvan kompressoriasemalla on ollut tarkastelujakson aikana jonkin verran ukkosen aiheuttamia vikoja. Vikoja on ilmennyt pääasiassa yksi vuodessa. Kuviossa 38 on Kiehuvan kompressoriaseman vikahistorian kehitys.



Kuvio 38. Kiehuvan kompressoriaseman vikahistorian kehitys.

Kiehuvan kompressoriasemaa vaivasi vuoteen 2005 asti paloilmajärjestelmien viat, mutta vikoja ei ole enää ilmennyt paloilmajärjestelmän uudistamisen jälkeen. Kiehuvan ongelmana on ollut painelähettimien barrierit. Kaksi samaa painelähettimien barrieria hajoaa usein. Kyseiset barrierit ovat erilaisia kuin muiden aseman painelähettimien barrierit. Kuviossa 39 on Kiehuvan kompressoriaseman vikahistoria vioittain.



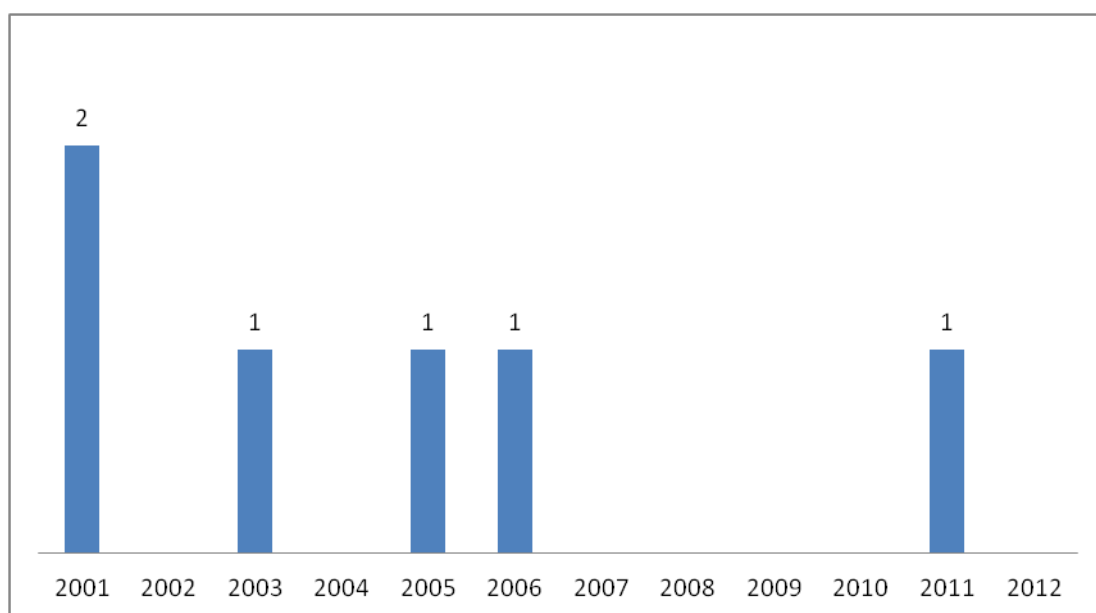
Kuvio 39. Kiehuvan kompressoriasemalla ilmenneet ukkosen aiheuttamat viat.

Asemalla on ilmennyt myös kaksi porttipuhelinjärjestelmän vikaa vuosina 2008 ja 2012. Porttipuhelinjärjestelmä on haavoittuvainen ukkosvioletille, ja sen suojausta voisi harkita.

8.3 Mäntsälän kompressoriasema

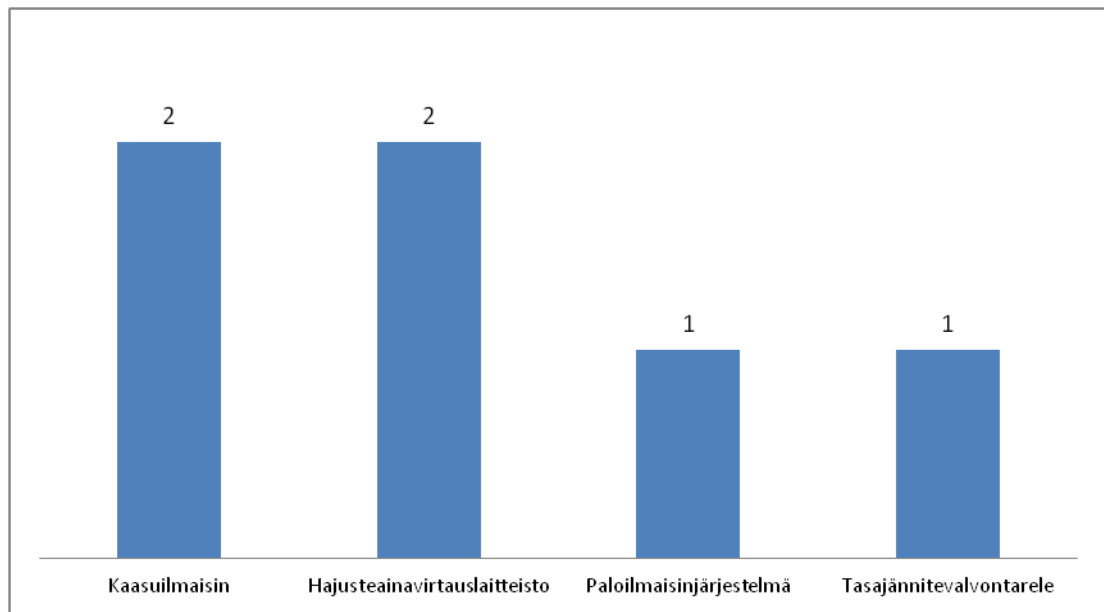
Mäntsälän kompressoriasema sijaitsee Hyvinkään huoltoalueella. Kompressoriasemaa uudistetaan juuri.

Mäntsälän asemalla on ilmennyt jonkin verran ukkosen aiheuttamia vikoja tarkastelujakson aikana, mutta ei kuitenkaan yhtä paljon kuin Räikkölän kompressoriasemalla. Kuviossa 40 on aseman vikahistorian kehitys. Kuten kuviosta selviää, ovat viat olleet satunnaisia.



Kuvio 40. Mäntsälän kompressoriaseman vikahistorian kehitys.

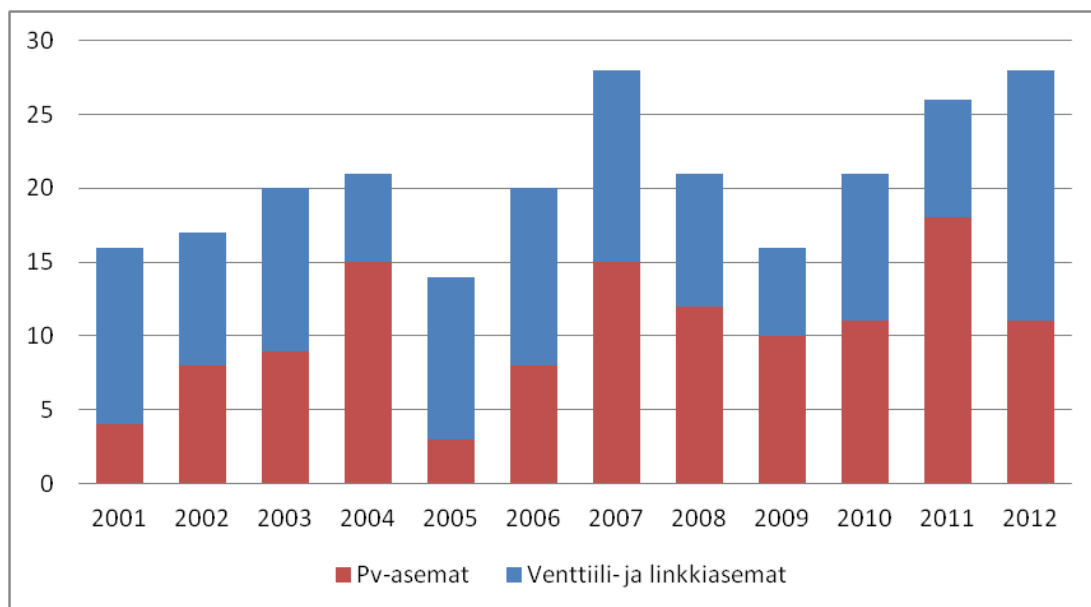
Toisin kuin Räikkölän ja Kiehuvan kompressoriasemilla, ei Mäntsälässä ole juurikaan ongelmia paloilmoitinjärjestelmän kanssa. Toistuvia vikoja ovat olleet kaasuvirtausjärjestelmän viat vuosina 2001 ja 2003 sekä kaasuilmaisinjärjestelmän viat vuosina 2001 ja 2005. Kuviossa 41 on esitetty asemalla ilmenneet ukkosen aiheuttamat viat tarkastelujakson aikana. Mäntsälän asemalla on tehty uudistuksia aseman maadoitus- ja potentiaallintasausjärjestelmiin lähivuosina. Muutoksista on ollut apua aseman ylijännitevikojen kanssa.



Kuvio 41. Mäntsälän kompressoriasemalla ilmenneet ukkosen aiheuttamat viat.

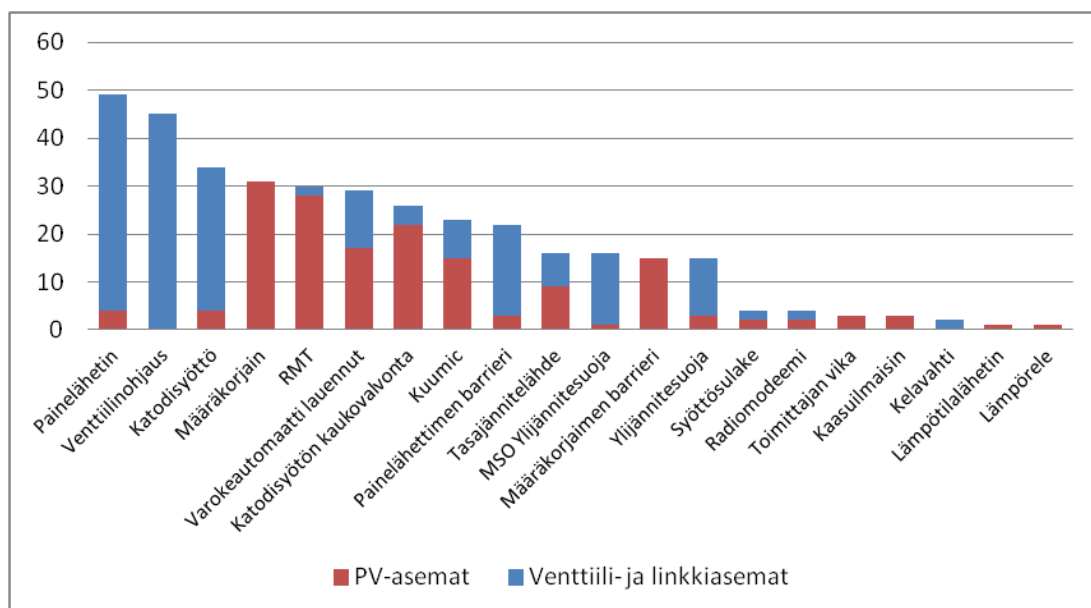
9 YHTEENVETO SUOJAUKSEN KUNNOSTA

Yleisesti ottaen koko Gasum Oy:n kaasuputkiverkoston ukkosvauriot työllistävät kunnossapitoa vuosittain keskimäärin noin 20 kertaa. Kuviossa 42 on kuvattuna kaikkien huoltoalueiden ukkosvaurioiden korjaustöiden kehitys tarkastelujakson aikana.



Kuvio 42. Ukkosen aiheuttamien vikatöiden määrä vuosittain.

Ukkosvauriot rikkovat yleensä kriittisiä laitteita, kuten venttiilinojausjärjestelmän osia, painelähtimiä, määräkorjaimia ja ala-asemia. Kuviossa 43 on kuvattuna kaikki ukkosviat tarkastelujakson ajalta.



Kuvio 43. Ukkosen aiheuttamat viat.

Venttiilinojauusjärjestelmät ovat kriittisiä venttiiliasemien turvallisuuden kannalta. On tärkeää, että niiden toimintakuntoa voidaan ylläpitää. Myös painelähetimet ovat kriittisiä kaasunvalvonnan kannalta.

Ala-asemat ovat asemien automaatiojärjestelmien tärkein komponentti. Jos ala-aseman virheetön toiminta on estyneenä, ei asemalta saada mm. kulutustietoa tai kaasuilmaisimien hälytyksiä.

Määräkorjain on taloudellisesti erittäin tärkeä komponentti: sen tietojen pohjalta laskutetaan asiakasta. Myös määräkorjaimet ja niiden barrierit ovat joutuneet ukkosvikojen kohteeksi.

Ilman tasajännitelähdettä asema kykenee toimimaan akkuvarmennuksensa vuoksi jonkin aikaa, mutta varauksen loputtua loppuu myös aseman toiminta. Myös tasajännitelähteet ja niiden toiminta on erittäin tärkeää.

Katodinen suojaus ja katodisyötön mittaus ovat myös vikaherkkiä järjestelmiä. Katodisyötössä ja katodimittauksessa on käytetty hyvin erilaisia ylijännitesuojia eri huoltoalueilla. Joitakin näistä suojista ei enää valmisteta. Katodisyötön ja mittauksien ylijännitesuojauksen uudistus olisi siis myös paikallaan.

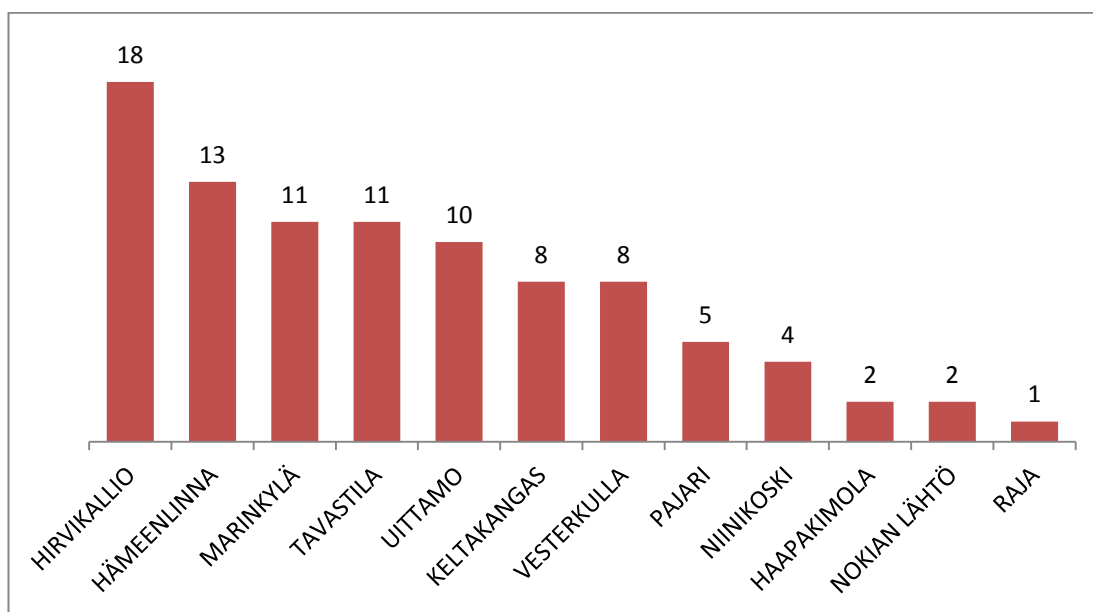
9.1 Yhteenveto venttiiliasemien suojauksen tasosta

Venttiiliasemia on uudistettu PV-asemia enemmän. Varsinkin uudistettujen venttiiliasemien suojaus on asianmukainen linkkiasemalla: jännitteensyöttö on suojattu yhdistelmäsuojin ja kenttäkaapelit on suojattu asianmukaisilla Phoenix Contactin suojilla. Uudistamattomilla asemilla on käytetty samanlaisia suojia jännitteensyötössä ja signaalipiirien suojina kuin PV-asemillakin: jännitteensyötössä on käytetty ABB:n ja LCC:n karkeasuojia ja signaalipiireissä poikittaissuojia.

Venttiiliasemien ongelmat kohdistuvat kenttälaitteisiin. Venttiilikentille on kahdella asemalla asennettu ylijännitesuojat suojaamaan kenttälaitteita. Kyseisten suojien potentiaalintaus ei kuitenkaan ole riittävä, jolloin suojien toiminta vaikeutuu. Venttiilikentille voisikin ongelmapaikoissa asentaa kenttälaitteiden suojia. Suojien asentaminen kuitenkin saattaa edellyttää, että venttiilikenttien potentiaalintausausta parannetaan ja

kentille asennetaan maadoituselektrodit. Tulisi myös miettiä, voitaisiinko katodisuojausten alainen kaasuputki liittää joistain kohdista potentiaalintasaukseen epäsuorasti kipinäväliä kautta myös venttiiliasevilla.

Kuviossa 44 on kuvattuna uudistusta kaipaavat venttiiliasemat. Asemia on yhteensä 12, ja ne on listattu vikatöiden määrän mukaan.



Kuvio 44. Suojauksen uudistusta kaipaavat venttiiliasemat.

9.2 Yhteenveto PV-asemien suojauksen tasosta

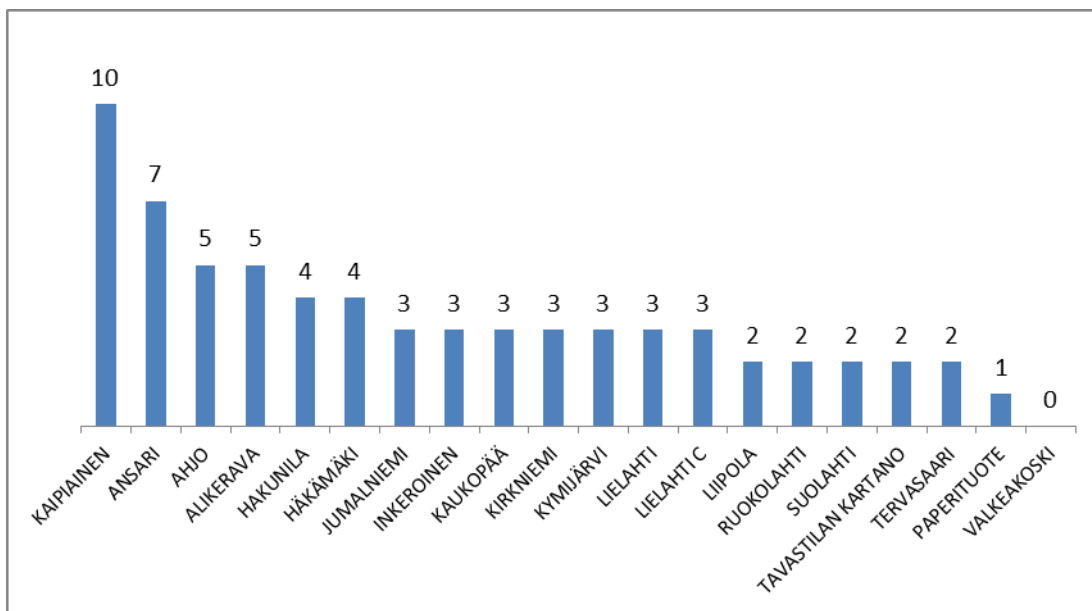
PV-asemilla on yleisesti jännitteensyöttö suojattu vanhemmilla tyyppin T1 karkeasuojilla, joiden ylijännitteen rajoituskyky ei riitä suojaamaan asemien herkkiä laitteita. Vanhemmat suojat ovat pääasiassa LCC:n tai ABB:n suojia, jotka ovat lähinnä 80- ja 90-luvuilta. Uudemmissa asemilla on käytetty pääasiassa Phoenix Contactin yhdistelmäsuojia, jotka rajoittavat ylijännitteen sellaiseksi, että siitä ei aiheudu haittaa herkemmille laitteille.

Asemat ovat usein yhteydessä toisiinsa tietoliikennekaapeleilla ja asiakkaiden järjestelmiin parikaapeleilla. Näitä kaapeleita ei ole jossain tapauksissa suojattu asianmukaisesti, mikä aiheuttaa asemien elektroniikka-, tietoliikenne- ja mittalaitteiden rikkoontumisia. Näiden järjestelmien suojaukseen on käytetty pääasiassa Laukamoja ja suojaerotusmuuntajilla varustettuja poikittaissuojia.

Katodisyötön kaukovalvontajärjestelmien suojina on käytetty hyvin erilaisia ratkaisuja, kuten tehovastuksia, vanhoja kaasupurkausputkia ja purkausdiodeja. Kaukovalvontajärjestelmien ylijännitesuojauksen voisikin uudistaa ja yhtenäistää, jolloin kaikilla huoltoalueilla käytettäisiin samanlaisia suojia.

Paineenvähennystilassa on paikoitellen kytketty kaasuputki katodisuojaus alaiselta puolelta kaasupurkausputken ja kipinävälin kautta potentiaalintasaukseen. Katodisen suojauksen alaiset metalliosat tulisivat liittämään potentiaalintasaukseen kipinävälin kautta. Kyseisiä suojia voisi asentaa lisää paikkoihin, joissa on ongelmia määräkorjaimien ja kaasuilmaisimien kanssa. Suojien liitoksissa on tosin käytetty pitkiä kuparijohtimia, jolloin suojan toiminta heikkenee. Paineenvähennystilaan voisikin rakentaa silmukkamaisen potentiaalintasauksen, näin suojien toiminta paranisi.

Kuviossa 45 on kuvattuna kaikki uudistusta vaativat PV-asemat. Asemia on yhteensä 20, ja ne on listattu vikatöiden määrän mukaan. Mukana on myös Valkeakosken PV-asema, jolla ei Artun mukaan ole vikoja. Asemalta on kuitenkin hajonnut tietoliikennelaitteistoa.

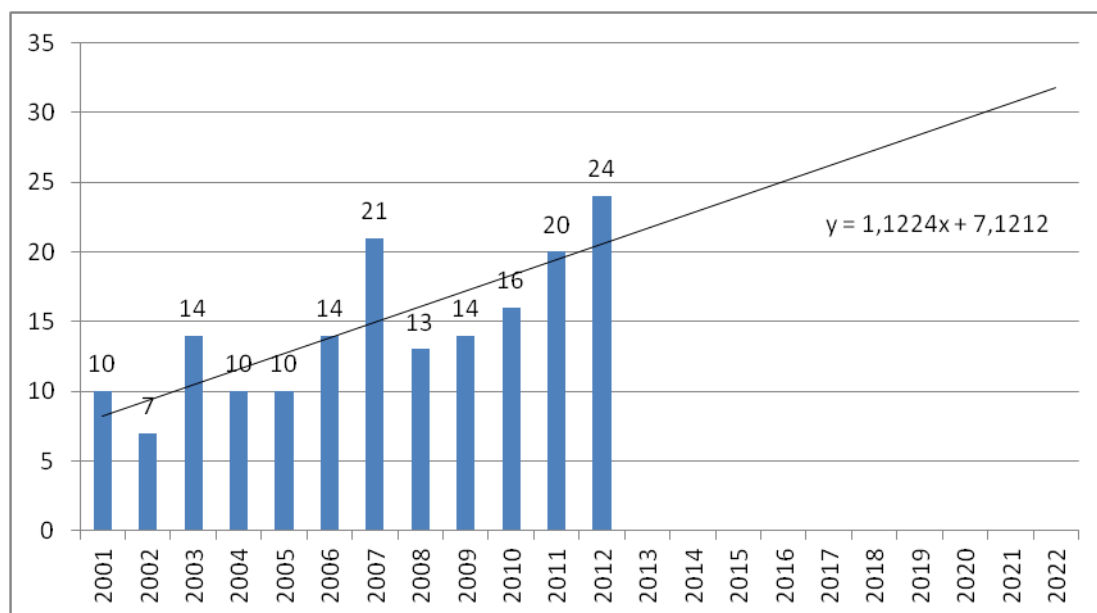


Kuvio 45. Suojauksen uudistusta kaipaavat PV-asemat.

9.3 Taloudellinen tarkastelu

On mahdollista ennustaa miten vikatöiden määrä tulee kehittymään seuraavan kymmenen vuoden aikana. Kuviossa 46 on esitettyä uudistettaviksi valittujen kohteiden vika-

töiden määrä vuosien 2001 ja 2012 välillä. Kuviossa on myös ennustettu vikatöiden määrän kehitystä vuoteen 2022 asti piirtämällä trendiviiva (Suomilammi, A. 2013).



Kuvio 46. Uudistettavien asemien vikatöiden kasvun ennuste.

Trendiviivan mukaan voidaan ennustaa vikatöiden määrän kasvavan tasaisesti. Seuraavalla vuosikymmenellä ilmenisi käsiteltävillä asemilla yli 30 vikaa vuodessa.

Ukkosvaurioiden korjaukset ovat maksaneet konsernille tarkastelujakson aikana yhteensä yli 100 000€. Vikatöitä on tarkastelujakson aikana ollut yhteensä 173. Tästä voidaan arvioida yhden vikatyön keskimääräinen hinta. Kustannusennuste vuosien 2013 ja 2022 väliselle ajalle voidaan laskea, kun tiedetään vikatöiden ennustettu kehitys ja yhden vikatyön keskimääräinen hinta.

Kustannuksia käytetään kannattavuuslaskelmaa laadittaessa. Laskelman investointikustannukset ovat karkea arvio uudistuksessa tarvittavien suojien, materiaalien ja suunnittelutuntien hinnasta. Kannattavuuslaskelman mukaan uudistusprojekti on taloudellisesti kannattava: käyttämällä edellä laskettuja kustannusennusteita, ja arvioimalla investointikustannukset saadaan investoinnin nettonykyarvoksi positiivinen luku (Suomilammi, A. 2013).

10 YLIJÄNNITESUOJIEN VALINTA

Suojien valinnassa tärkein kriteeri on niiden standardin mukainen suojausluokka. Suojausluokka kertoo suojan kyvystä rajoittaa ylijännitettä.

10.1 Signaalipiirien suojat

Vaativuutena signaalipiirien suojille on mahdollisuus viedä tieto suojien toimintakunnosta karkitietona Gasumin automaatiojärjestelmään. Hajonneiden suojien vaivattoman vaihdon vuoksi valitaan konsernin käyttöön modulaariset suojat, joissa on kiinteästi asennettava kanta sekä suojan sisältävä ja nopeasti vaihdettavissa oleva plugi.

Analogia- ja binäärisignaalipiireille on omat suojansa. Konsernilla on molempia käytössään, joten tulee valita suojat molemmille piireille.

Suojia on saatavilla suoraan ja epäsuoraan maadoitukseen tarkoitettuja. Kenttälaitteiden suojauksessa tulee käyttää suoraa maadoitusta linkkikopin instrumentointikeskuksessa ja epäsuoraa maadoitusta venttiilikentällä.

10.1.1 Analogiasignaalit

Konsernilla on käytössä 4 – 20 mA virtaviesteillä toimivia piirejä, kuten paine- ja lämpötilalähettimeet. Tällaisten piirien suojaukseen valitaan kipinävälistä ja purkausdiodista koostuvalla kytkennällä varustettu luokan D1 suoja. Suojassa on indikointi suojan toimintakunnosta ja mahdollisuus viedä hälytys automaatiojärjestelmään karkitiedolla. Suojan tekniset vaatimukset on esitetty taulukossa 12.

Taulukko 12. Suojan tekniset vaatimukset.

IEC luokitus	D1
Nimellisjännite U_N	24 V DC
Suojaustaso U_p	< 40 V

Edellytyksenä kyseisen suojan toiminnalle on, että sen ja suojattavan laitteen välinen etäisyys ei ole yli 10 metriä. Mikäli suojan ja laitteen välinen etäisyys ylittää 10 metriä, tulee valita käyttöön toisenlainen suoja, Gasumin tapauksessa Ex-tilaan soveltuva suoja, kuten painelähettimeiden läpivientiin ruuvattava suoja.

10.1.2 Digitaalisignaalit

Digitaalisignaaliin suojaksi soveltuu tason D1 suoja, joka eroaa kytkennältään hie-
man analogiasignaaleihin tarkoitettu suojasta. Käyttökohteita Gasumilla ovat esimer-
kiksi venttiilinojausjärjestelmät sekä asiakkaille kytkintietoa vievät parikaapelit. Tau-
lukossa 13 on suojan tekniset vaatimukset.

Taulukko 13. Suojan tekniset vaatimukset.

IEC luokitus	D1
Nimellisjännite U_N	24 V DC
Suojaustaso U_p	< 40 V

Kuten analogiasignaaleiden tapauksessa, myös tämän suojan ja suojattavan laitteen väli-
sen kaapelin suurin sallittu pituus on 10 metriä.

10.2 Asemien välisten tietoliikenneyhteyksien suojat

Asemien välisenä tietoliikenneprotokollana käytetään RS232 -sarjaliikenneprotokollaa.
Tähän tarkoitukseen valitaan sarjaportilla varustettu luokan C3 suoja.

10.3 Jännitteensyötön suojat

Jännitteensyöttöön valitaan T1 + T2 yhdistelmäsuojat, joissa yhdistyy ukkos- ja ylijän-
nitesuojaus. Koska TN-C ja TN-S järjestelmien suojaus vaatii erilaiset kytkennät, val-
mistajilla on yleisesti tarjolla valmiit ratkaisut kumpaankin järjestelmään. Suurimmassa
osassa konsernin asemia on jännitteensyöttö TN-C järjestelmällä, mutta myös poikkeus-
tapauksia löytyy.

Jännitteensyötön suojaksi valitaan T1+T2 yhdistelmäsuoja, jossa on kipinäväli ja varis-
tori kytkettynä rinnan. TN-S järjestelmän suoja eroaa kytkennältään siten, että siinä on
vielä yksi suoja nolla- ja PEN-johtimen välissä. Suojan tekniset vaatimukset on esitetty
taulukossa 14.

Taulukko 14. Suojan tekniset vaatimukset.

IEC luokitus	T1+T2
Ukkossuojausluokka	I /100kA
Nimellisjännite U_N	230 V AC
Toimintajännite U_C	350 V

10.4 Kaasuputken epäsuora maadoitus

Katodisen suojauksen alaiset osat tulisi maadoittaa epäsuorasti kipinävälin kautta. Tämän vuoksi valitaan kaasuputken epäsuoraan maadoitukseen T1-tason kipinäväli. Tavallinen 400 V jännitteensyöttöön tarkoitettu kipinäväli soveltunee hyvin kaasuputken epäsuoraan maadoitukseen. Taulukossa 15 on suojan tekniset tiedot.

Taulukko 15. Suojan tekniset vaatimukset.

IEC luokitus	T1
Ukkossuojausluokka	I /100kA
Nimellisjännite U_N	230 V AC
Toimintajännite U_C	350 V

10.5 Koaksiaalikaapeli suojaus

Koaksiaalikaapeli suojauksessa tulee huomioida käytössä oleva taajuus ja suojan vaimennus. Uudistettavien kohteiden antenniliitännöiden suojaksi valitaan tason D1 suoja, jonka vaimennus saa olla maksimissaan 2 dB.

11 YLIJÄNNITESUOJAUKSEN TOTEUTUS

11.1 Esivalmistelut

Esivalmistelut aloitetaan laatimalla kohdekohtaiset kytkentäpiirustukset. Tämän jälkeen laaditaan materiaalilistat, joista ilmenee kohteissa vaadittavien suojien, kaapelien ja johtimien sekä muiden tarvikkeiden ja materiaalien tyypit ja määrät.

11.2 Asennukset

Asennukset suoritetaan huoltoalueittain sen jälkeen, kun asennussuunnitelmat on tehty. Asennukset pyritään tekemään käyttämällä konsernin työntekijöitä.

Asennuksien yhteydessä laaditaan käsin ns. punakynäversiot sähkökuvista. Näitä tullaan käyttämään myöhemmin, kun päivitetään asennussuunnitelmien teon yhteydessä laaditut sähkökuvat vastaamaan asennuksia. Kuvat päivitetään vasta, kun asennukset on saatu tehtyä. Päivitetyt sähkökuvat toimitetaan asemille sekä ladataan tekniseen arkistoon.

11.3 Seuranta

Asennuksien jälkeen seurataan suojauksen uudistuksen vaikutusta asemien vikaherkyyteen. Kahden vuoden seurantajakson jälkeen uudistetuilta asemilta saatua dataa verrataan tämän työn pohjalta laadittuihin kuvaajiin ja todetaan ovatko ukkosvauriot vähentyneet merkittävästi asemilla.

Seurannan edellytyksenä on, että ukkosvaurioista kirjoitetaan asianmukaiset raportit, joissa selvästi ilmoitetaan vaurioituneet laitteet ja mitä korjaustoimenpiteitä vikatyö on edellyttänyt.

LÄHTEET

Annanpalo, J., Ikävalko, M., Koponen, J., Ristilä, J., Taimisto, S., Tertsunen, S., Tiainen, E., Tuomi, T. 2005. Rakennusten ylijännite- ja ukkossuojaus. Espoo: Sähköinfo Oy.

Conray, V. 2010. Lightning protection. Lontoo: The institute of engineering and technology.

Dehn + Söhne, 2007. Lightning protection guide 2nd updated edition.

Gasum, Maakaasun siirtojärjestelmän kunnossapito. n.d. Luettu 31.01.2013.

Lumme, J. Materiaaliasiantuntija. 2012. Haastattelu 18.10.2012. Haastattelija Majander, T. Kouvola.

Phoenix Contact. Ylijännitesuojausteknologian perusteet. 2013. Luettu 31.01.2013.
<http://www.phoenixcontact.fi/>

Suomilammi, A. Johtaja. 2013. Haastattelu 25.02.2013. Haastattelija Majander, T. Kouvola.